



Les mouvements

Les eaux fluviales

Profondeur d'eau disponible en amont de Nantes

Profondeur d'eau disponible en amont de Nantes

Préambule

La première version éditée en 2003 décrit comment les hauts fonds entre Bouchemaine et Nantes limitent la navigation en étiage.

Cette fiche présente la mise à jour des suivis de 1996 à 2014, en année civile, pour que la période de basses eaux soit étudiée dans sa globalité, quand les niveaux d'eau peuvent limiter la navigation selon les tirants d'eau des embarcations.



Objectif définition

La Loire est naviguée depuis la Préhistoire. Entre Bouchemaine et Nantes, les bateaux les plus adaptés au fleuve sont à fond plat pour disposer d'un faible tirant d'eau permettant de circuler en période de basses eaux. En période de hautes eaux, si la navigation n'est plus limitée par les profondeurs d'eau, elle peut l'être avec les **tirants d'air des 16 ponts (du Pont de Savennières au Pont des Trois-Continents)**. En effet, leurs tabliers sont plus ou moins hauts.

Bien que la Loire ait plusieurs bras, un seul est classé en voie navigable entre Bouchemaine et Nantes. Pour le maintien de la navigation, l'objectif est un **mouillage, soit la profondeur d'eau disponible pour un bateau**, d'un mètre minimum dans le chenal, jusqu'en 2014. Régulièrement, quand le mouillage est inférieur à 1,80 m, Voies Navigables de France - gestionnaire de la voie d'eau - procède à des sondages du chenal de navigation et à son balisage. Dans le bief fluviomaritime, ces sondages sont effectués à basse mer. Les relevés mentionnent les mouillages avec leur localisation et sont publiés dans un « Bulletin de navigabilité ».

La profondeur d'eau correspond à la différence entre la surface de l'eau et le fond du fleuve. Le niveau d'eau est conditionné par :

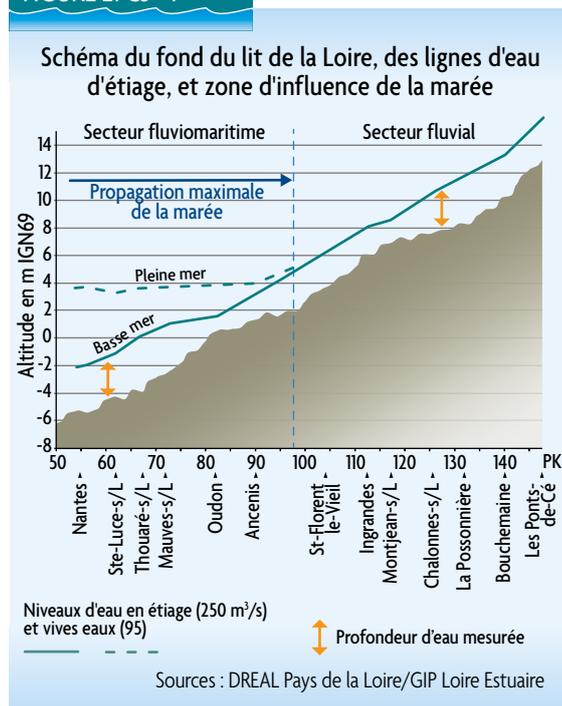
- le débit du fleuve dans le secteur fluvial, entre Les Ponts-de-Cé et jusqu'à l'aval de Saint-Florent-le-Vieil ;
- la combinaison du débit et de l'amplitude de la marée, dans le secteur fluviomaritime.

La profondeur d'eau est limitée par les hauts fonds, qui jalonnent le lit de la Loire. Il en existe deux types :

- les hauts fonds mobiles constitués essentiellement de bancs de sables meubles ;
- les hauts fonds immobiles durs, qui sont, soit des roches ou bancs de jalle (argile indurée), soit des pierres d'anciens ouvrages, tels les duits, radiers de ponts.

Les hauts fonds durs n'interviennent que rarement dans la limitation directe des profondeurs. Par contre, ils créent des seuils réglant la pente du lit. Les hauts fonds meubles sont constitués de sédiments que la puissance érosive des écoulements remanie.

FIGURE L1 C3 - 1



L'objectif de l'indicateur est de contribuer à la connaissance de l'évolution du lit immergé de la Loire, entre Bouchemaine et Nantes, et de rendre compte des conditions concomitantes de navigation.

L'indicateur est mis à jour sur la période 1996-2014 et se compose :

- d'un suivi mensuel et annuel des périodes pendant lesquelles la profondeur d'eau est inférieure à 1,80 m et en particulier, la caractérisation des périodes critiques, lorsqu'il y a moins d'un mètre d'eau en Loire, jusqu'à la profondeur minimale de l'année ;
- d'une analyse géographique diachronique par bief : 12 biefs sont définis (numérotés d'amont en aval du n°17 à 6), pour identifier les sites où les profondeurs d'eau sont les plus faibles. Un focus spécifique est mené sur l'année 2013, le GIP Loire Estuaire ayant acquis cette année-là, une bathymétrie des Ponts-de-Cé à Nantes, en période hivernale, en hautes eaux (débit supérieur à 1500 m³/s à Montjean-sur-Loire).

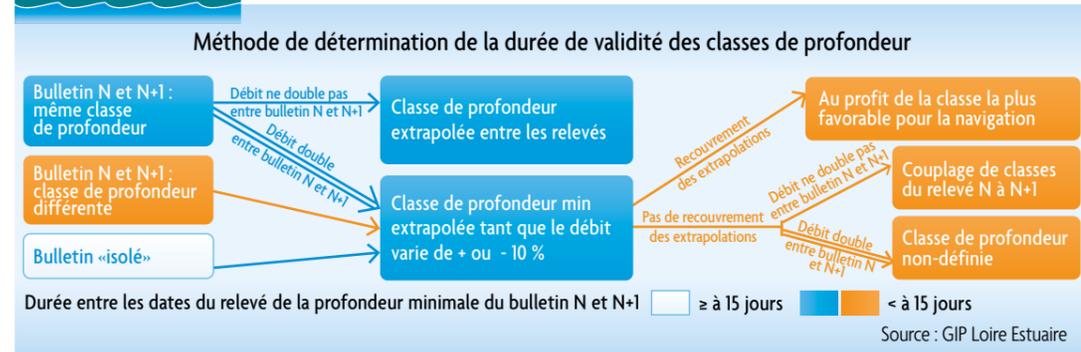
L'analyse est basée sur les profondeurs d'eau mentionnées dans les « Bulletins de navigabilité », selon quatre classes : inférieure au mètre, entre 1 m et 1,50 m, entre 1,50 m et 1,80 m, au-delà d'1,80 m. **La profondeur minimale mesurée détermine la classe de profondeur retenue pour caractériser un bief ou un bulletin.** Elle reflète donc la situation sur au moins un site entre Bouchemaine et Nantes. La durée de validité de la classe de profondeur minimale est déterminée selon deux méthodes.

Pour le suivi annuel, elle est au maximum de 7 jours, à compter du premier jour de relevé du bulletin de navigabilité, dont la publication est

hebdomadaire. La durée de validité est réduite, si un nouveau bulletin est publié dans l'intervalle des 7 jours.

Pour le suivi mensuel, la durée de validité du bulletin est affinée avec les débits mesurés à Montjean-sur-Loire. Pour chaque bulletin de navigabilité, **la classe de profondeur est extrapolée à partir du débit moyen journalier, quand la profondeur minimale est relevée.** L'extrapolation est établie suivant plusieurs critères : si l'intervalle entre deux relevés de profondeur minimale est à moins de quinze jours d'intervalle ou plus ; si d'un relevé à l'autre, la classe de profondeur est différente.

FIGURE L1 C3 - 2



Interprétation

2011 : plus longue période avec de faibles profondeurs depuis 1996

De 1996 à 2014, les profondeurs d'eau inférieures à 1,80 m sur les **468 bulletins étudiés** :

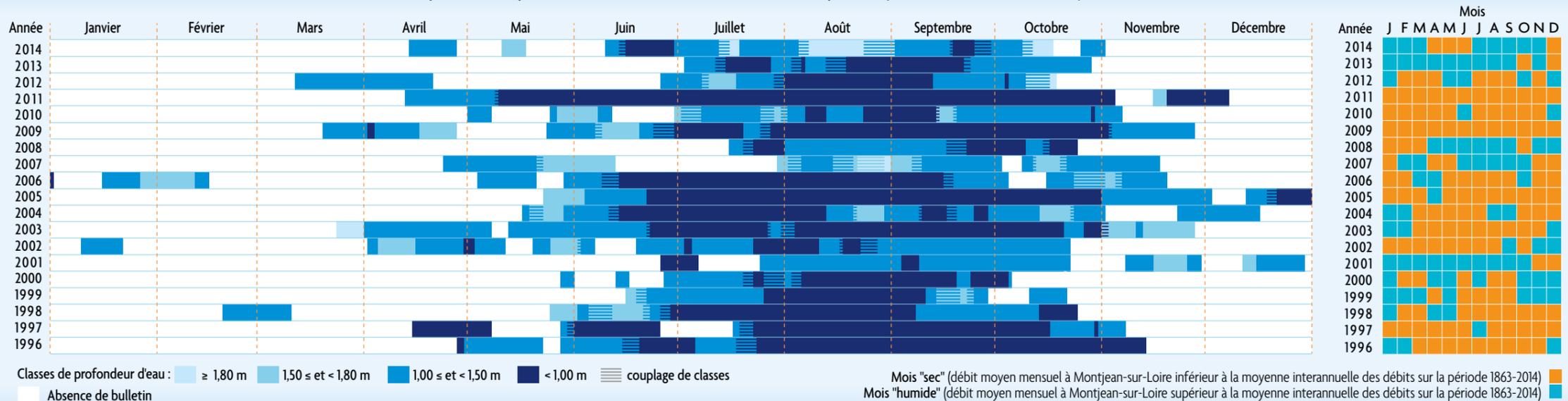
- peuvent survenir tous les mois de l'année ;
- 95 % sont mesurées **entre début avril et fin novembre** ;

• et sont systématiquement relevées de juillet à octobre.

Au maximum, la profondeur d'eau est restée inférieure au mètre, 179 jours consécutifs en 2011, et inférieure à 1,80 m, 206 jours consécutifs, la même année.

GRAPHIQUE L1 C3 - 1

Répartition des profondeurs d'eau entre 1996 et 2014 et chronique de l'hydraulicité mensuelle à Montjean-sur-Loire



Les changements de classe de profondeur traduisent généralement, un abaissement ou une remontée du débit du fleuve. Aucune tendance d'évolution ne se dégage à cette échelle d'analyse, les variations interannuelles reflétant l'hydrologie de la Loire.

Plus l'étiage est long et sévère, plus la part annuelle des profondeurs inférieures au mètre, en durée cumulée, est importante.

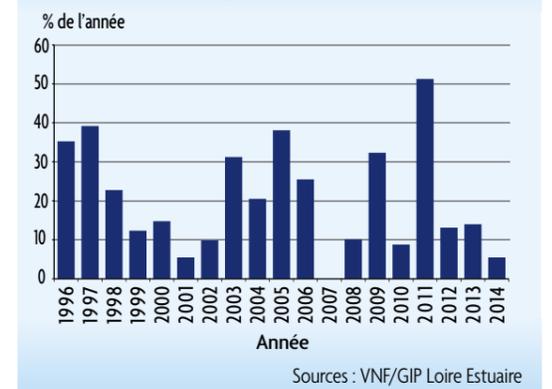
De 1996 à 2014 :

- chaque année sont mesurées des profondeurs inférieures au mètre, à l'exception de 2007, année lors de laquelle la navigation n'a pas été contrainte par les basses eaux, ce qui s'est produit une fois sur 19 ans de suivi. **En moyenne, il y a moins d'un mètre de profondeur d'eau, près de 20 % de l'année ;**
- l'étiage le plus marqué a lieu en 2011, avec **une profondeur inférieure au mètre pendant plus de la moitié de l'année.**



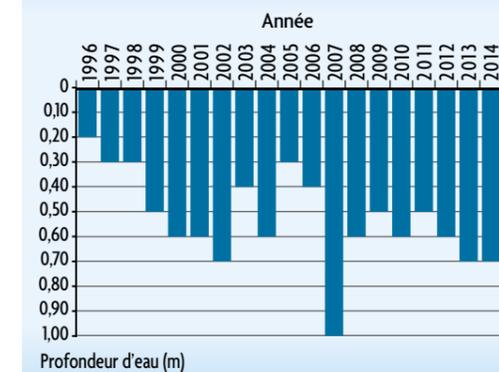
GRAPHIQUE L1 C3 - 2

Part annuelle des profondeurs inférieures à 1 m



GRAPHIQUE L1 C3 - 3

Profondeur minimale instantanée de l'année



La profondeur minimale annuelle varie entre 0,20 m et 1 m, de Bouchemaine à Nantes, entre 1996 et 2014. Seuls une vingtaine de sites concentrent ces profondeurs minimales, et deux tiers d'entre eux sont situés dans le secteur fluviomaritime. Or, ce secteur est sondé à basse mer, il s'agit donc d'une situation transitoire au cours de la marée : la profondeur d'eau augmente avec la marée montante.

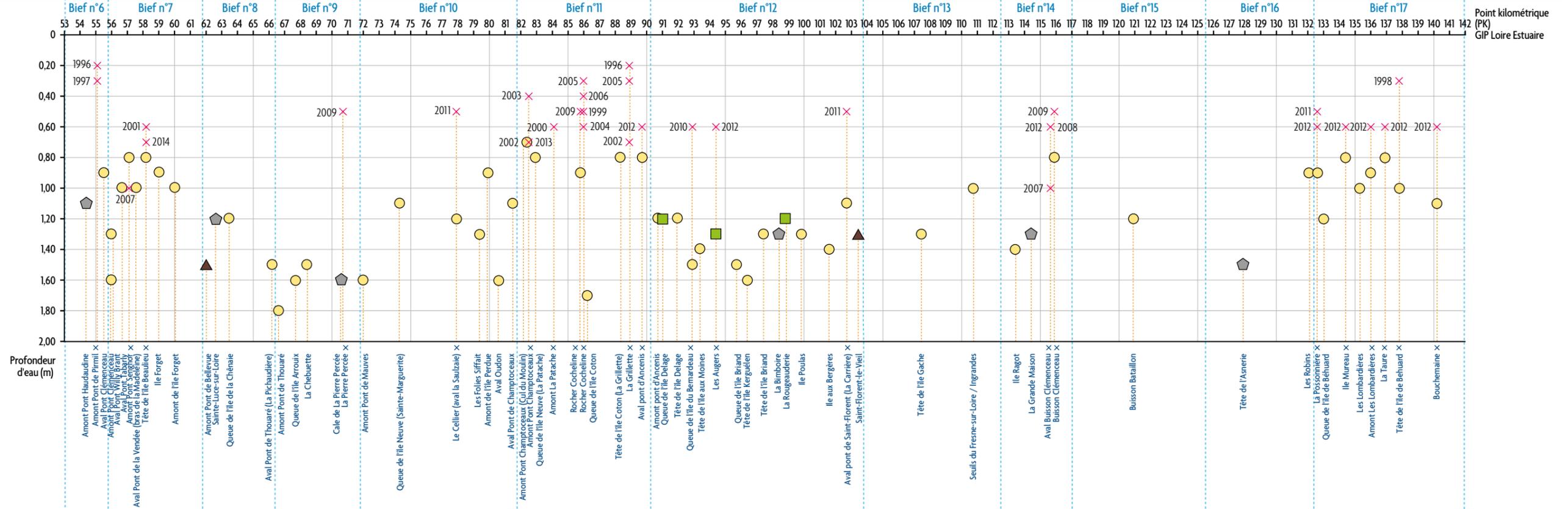
Les mesures à 0,20 m et 0,30 m concernent des points durs en pierres, roches ou jalle.

Des évolutions morphologiques en secteur fluvial ?

A l'exception du bief n°13, **la tendance interannuelle par bief est similaire, pour des profondeurs d'eau différentes,** d'où des durées cumulées par classe de profondeurs différentes. Les biefs n°17 et 11, respectivement de Bouchemaine à La Possonnière, et d'Ancenis à Oudon, sont ceux où les profondeurs d'eau inférieures à 1 m s'observent le plus fréquemment. Toutefois, le bief n°17, le plus amont, présente la durée cumulée la plus longue de profondeur inférieure à 1 m, car le bief n°11 bénéficie de l'influence de la marée.



Profondeur d'eau minimale par site en 2013 et profondeur d'eau minimale annuelle de 1996 à 2014



Bief n°8
Le banc de sable de la Queue de l'île de la Chênaie est très mobile. Il y a une marche au niveau de la passe étroite du Pont de Thouaré.

Bief n°9
La présence de cailloux à proximité de la sortie du port de la Pierre Percée forme un haut fond dur récurrent.

Bief n°12 (aval)
Le secteur entre Les Augers et la Tête de l'île aux Moines est assez dynamique. Le passage étroit entre les bouées près des Augers est compliqué.

Bief n°13
Les pierres du haut fond au niveau de la tête de l'île Gache ont été retirées en 2005-2006. Ce haut fond est désormais sableux, comme aux alentours des seuils du Fresne-sur-Loire / Ingrandes.

Bief n°16
Depuis le remodelage des épis, le haut fond sableux des Robins est à nouveau signalé, alors que ce n'était plus le cas depuis les années 1990, quand les péniches pétrolières circulaient.

Bief n°7
Des langues de sables sont récurrentes et des culs de grève sont repérés à la Tête de l'île Beaulieu. Le chenal a été modifié lors de la création des ponts Senghor et Tabarly, respectivement mis en service en septembre 2010 et juin 2011.

Bief n°6
Des pierres à l'amont du Pont Haudaudine et une langue de sable à l'aval du Pont Clémenceau composent les hauts fonds.

Bief n°10
Les hauts fonds sableux en aval du Pont de Champtoceaux sont régulièrement signalés. Le rétrécissement au niveau des Folies Siffait est très mouvant, créant parfois une marche.

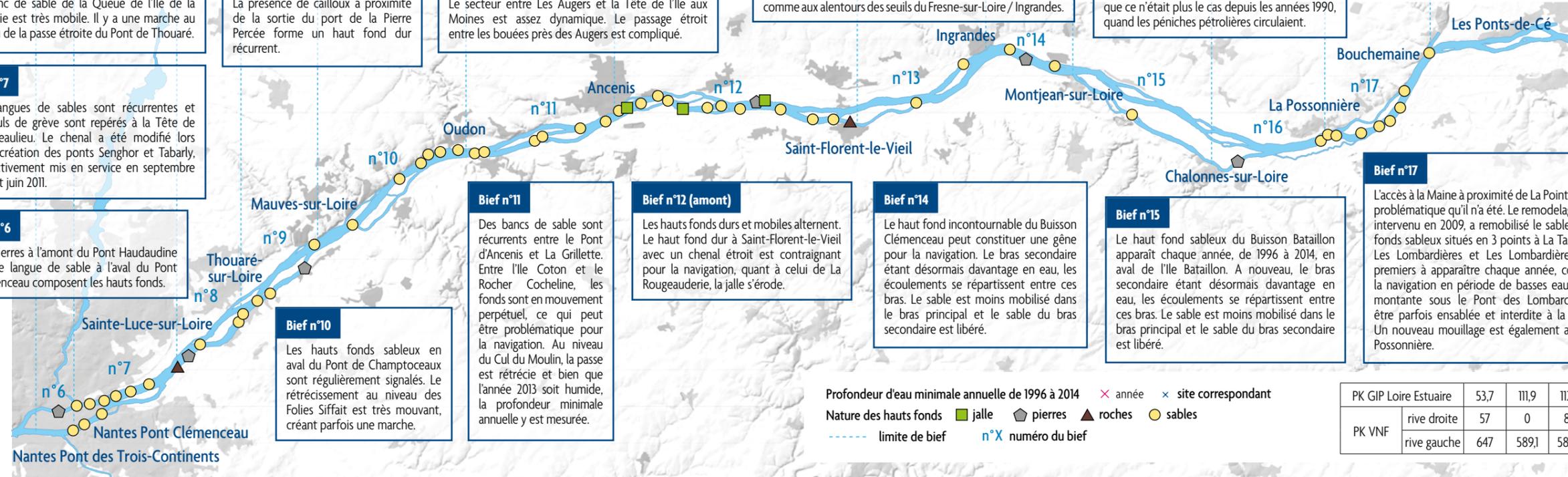
Bief n°11
Des bancs de sable sont récurrents entre le Pont d'Ancenis et La Grillette. Entre l'île Coton et le Rocher Cochelaine, les fonds sont en mouvement perpétuel, ce qui peut être problématique pour la navigation. Au niveau du Cul du Moulin, la passe est rétrécie et bien que l'année 2013 soit humide, la profondeur minimale annuelle y est mesurée.

Bief n°12 (amont)
Les hauts fonds durs et mobiles alternent. Le haut fond dur à Saint-Florent-le-Vieil avec un chenal étroit est contraignant pour la navigation, quant à celui de La Rougeauderie, la jalle s'érode.

Bief n°14
Le haut fond incontournable du Buisson Clémenceau peut constituer une gêne pour la navigation. Le bras secondaire étant désormais davantage en eau, les écoulements se répartissent entre ces bras. Le sable est moins mobilisé dans le bras principal et le sable du bras secondaire est libéré.

Bief n°15
Le haut fond sableux du Buisson Bataillon apparaît chaque année, de 1996 à 2014, en aval de l'île Bataillon. A nouveau, le bras secondaire étant désormais davantage en eau, les écoulements se répartissent entre ces bras. Le sable est moins mobilisé dans le bras principal et le sable du bras secondaire est libéré.

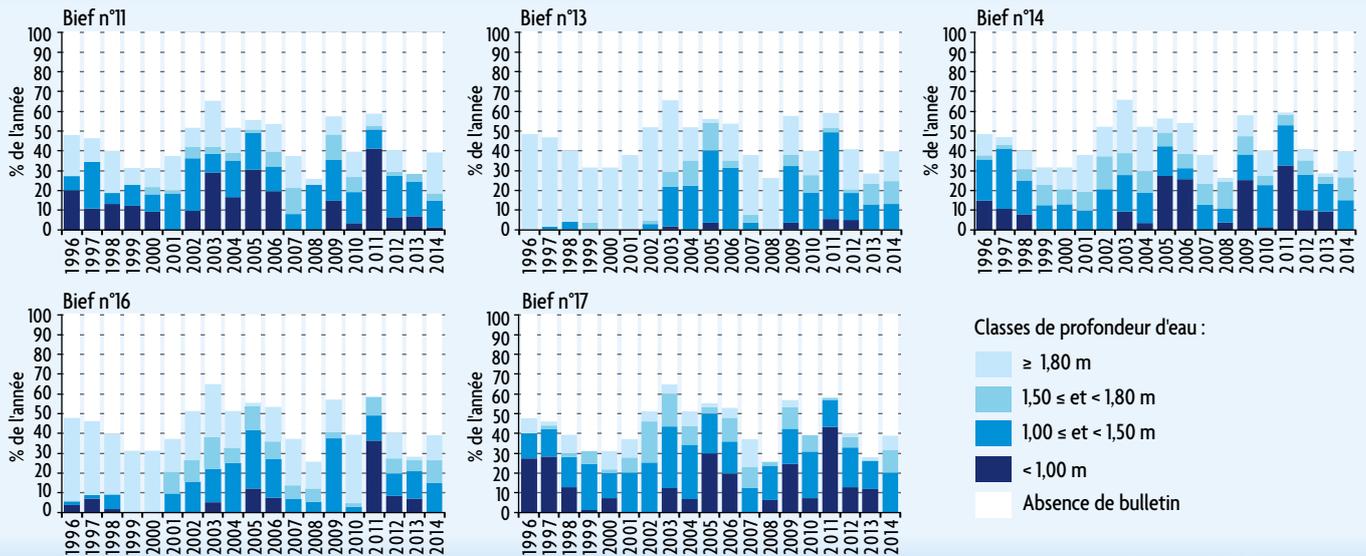
Bief n°17
L'accès à la Maine à proximité de La Pointe est moins problématique qu'il n'a été. Le remodelage des épis, intervenu en 2009, a remobilisé le sable. Les hauts fonds sableux situés en 3 points à La Taure, Amont Les Lombardières et Les Lombardières sont les premiers à apparaître chaque année, contraignant la navigation en période de basses eaux. La passe montante sous le Pont des Lombardières peut être parfois ensablée et interdite à la navigation. Un nouveau mouillage est également apparu à La Possonnière.



Profondeur d'eau minimale annuelle de 1996 à 2014
 Nature des hauts fonds ■ jalle ■ pierres ▲ roches ● sables
 - - - limite de bief n°X numéro du bief

PK GIP Loire Estuaire	53,7	111,9	112,7	140
PK VNF	rive droite	57	0	88
	rive gauche	647	589,1	588,3

Evolution de l'accessibilité de cinq biefs de 1996 à 2014



Les biefs n°17, 16, 14 et 13 sont situés sur les secteurs où des travaux ont été opérés depuis une dizaine d'années dans le but de remonter la ligne d'eau d'étiage. L'évolution des profondeurs relevées sur ces biefs semble traduire en partie les effets des travaux menés. Cependant, à ces effets peuvent se coupler ceux de l'arrêt des extractions de granulats dans le lit mineur de la Loire, depuis 1993.

Sur le **bief n°13, d'Ingrandes à Saint-Florent-le-Vieil**, postérieurement à la mise en place des seuils du Fresne-sur-Loire / Ingrandes, en 2002-2003, des profondeurs inférieures à 1 m sont ponctuellement relevées, ce qui n'était pas le cas auparavant. Les hauts fonds se situent au droit des seuils et de la Tête de l'île Gache qui est en partie alimentée par les apports du bras secondaire de Cul-de-Bœuf. En effet, suite à la mise en œuvre des seuils, la répartition de l'eau dans les bras est modifiée : le bras secondaire

est mis en eau plus souvent, ce qui favorise l'évacuation d'une partie des sédiments, dont il est possible qu'ils se soient déposés juste en aval, à la Tête de l'île Gache.

Sur le **bief n°14, de Montjean-sur-Loire à Ingrandes**, le haut fond sableux à l'aval du pont de Montjean est régulièrement signalé de 1996 à 2014. Au cours de l'étiage 2012, il y a eu davantage de profondeurs inférieures à 1 m sur ce bief qu'en 2010, alors que l'étiage 2012 est plus humide.

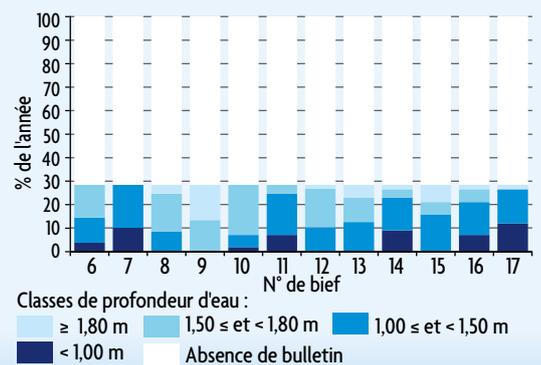
Sur le **bief n°17** ont lieu en 2009, les travaux de remodelage des épis, pour libérer le sable piégé entre eux. Depuis lors, ici ou sur le **bief n°16**, de La Possonnière à Chalonnes-sur-Loire, les durées cumulées pour la classe de profondeur inférieure à 1 m sont plus longues pour des années aussi humides. Il semblerait donc que les sédiments libérés se soient en partie déposés dans le chenal de navigation.

2013 : la navigation actuelle peu contrainte par les faibles profondeurs d'eau

La période de basses eaux de l'année 2013 est limitée à 4 mois, de juillet à octobre, une des plus courtes de la chronique étudiée. La durée cumulée de la profondeur d'eau inférieure à 1 m, approche les 15 %, soit une année inférieure à la moyenne 1996-2014.

Plusieurs hauts fonds en pierres ou roches repérés au cours de l'année hydrologique 2001-2002, mentionnés dans la précédente fiche, sont sableux en 2013 (secteur d'Oudon, de Nantes), ce qui semble indiquer un engraissement de ces sites, sans pour autant pouvoir définir la provenance des apports.

Accessibilité par bief de l'année 2013



Informations complémentaires

L'arrêt des sabliers et un nouveau bateau de croisière

La navigation locale, qu'elle soit touristique ou de pêche professionnelle, est pratiquée avec des bateaux dont le tirant d'eau est inférieur au mètre.

En revanche, les sabliers ne remontent plus la Loire au-delà de Nantes jusqu'à Saint-Julien-de-Concelles, depuis juin 2013. Le *Saint-Germain* - long de 74 m, large de 12 m et dont le tirant d'eau de 3,80 m l'obligeait à profiter de la marée montante - aura été le dernier.

Néanmoins, l'engouement pour naviguer sur la Loire perdure. Un bateau de croisière de 90 m de long, 15 m de large et abritant 48 cabines, spécialement conçu pour la Loire, navigue de Bouchemaine à Saint-Nazaire, depuis le

printemps 2015. Doté d'un tirant d'eau de 0,80 m, le *Loire Princesse* a pu être contraint dans ses parcours à l'amont de Nantes, entre autres, par de faibles profondeurs d'eau, lors de l'étiage sévère et prolongé pendant ses premiers mois d'exploitation.



Sources & Méthodes

Chaque « Bulletin de Navigabilité » réalisé par Voies Navigables de France (VNF) mentionne entre autres la localisation des hauts fonds par son point kilométrique (PK) en rive droite et/ou en rive gauche, et la profondeur d'eau correspondante mesurée avec une précision de 0,10 m, la plupart du temps, à la perche à main. Les hauts fonds mobiles se déplaçant par définition, leur localisation est variable.

Ces bulletins sont en ligne sur le site de VNF (www.vnf.fr rubrique « Avis à la batellerie ») et sont affichés sur chacune des cales de mise à l'eau pour informer des conditions de navigation, lorsque le mouillage est inférieur à 1,80 m. Quand il est

supérieur à 1,80 m, le balisage du chenal reste garanti, bien que les bulletins de navigabilité ne soient plus publiés.

L'analyse de l'année 2013 est établie grâce à des entretiens avec les baliseurs de Montjean-sur-Loire et de La Chapelle Basse-Mer. Ils interviennent respectivement sur les secteurs de Bouchemaine à Anetz et d'Anetz à Nantes. Sur le secteur fluvio-maritime, les relevés sont effectués de l'aval vers l'amont en suivant la propagation de la basse mer locale pour mesurer la profondeur d'eau la plus faible. Les relevés sont principalement effectués sur un ou deux jours pour une période excédant rarement trois jours.

Des références

L'« Atlas morpho-bathymétrique - La Loire des Ponts-de-Cé à Nantes », réalisé par le GIP Loire Estuaire, détaille les formes sédimentaires

relevées par sa bathymétrie acquise en 2013, www.loire-estuaire.org



Établissement public du ministère chargé du développement durable



Cette brochure est cofinancée par l'Union européenne. L'Europe s'engage en Pays de la Loire avec le Fonds européen de développement régional.

Cette fiche appartient au CAHIER 2002 INDICATEURS édité par le GIP Loire Estuaire • 22, rue de la Tour d'Auvergne 44200 NANTES • Tél. : 02 51 72 93 65 • Télécopie : 02 51 82 35 67 • E-mail : gip@loire-estuaire.org • www.loire-estuaire.org • Rédaction : GIP Loire Estuaire • Maquette : Jean-Luc Hubiche • Réalisation / illustrations : Com'caféine, GIP Loire Estuaire • Crédits photo : GIP Loire Estuaire • ISSN : en cours. Le GIP Loire Estuaire est cofinancé par ses membres, l'Union européenne et l'Agence de l'eau Loire Bretagne.