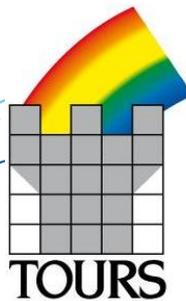


sage Cher aval



ETABLISSEMENT PUBLIC
Loire

ARTELIA

ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE

Réunion d'avancement – Mardi 15 septembre 2015



Établissement public du ministère
chargé du développement durable



Rappel du phasage de l'étude

- **Tranche ferme :**

- Etat des lieux et diagnostic (2 phases)
 - Délai global : 6 mois
 - 3 réunions de comité de pilotage (démarrage, intermédiaire, fin phase 1/2)

- **Tranche conditionnelle :**

- Elaboration d'un plan de gestion durable du transport solide (1 phase)
 - Délai global : 3 mois
 - 2 réunions de comité de pilotage (une intermédiaire, une fin de phase)

PHASE 1 – 2 : ETAT DES LIEUX- DIAGNOSTIC

- 1/ BARRAGE DE ROCHEPINARD
- 2/ AUTRES OUVRAGES STRUCTURANTS
- 3/ LES ECOULEMENTS DU CHER
- 4/ ASPECTS-MORPHO SEDIMENTAIRES
- 5/ USAGES DE L'EAU
- 6/ QUALITE DES EAUX
- 7/ OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX

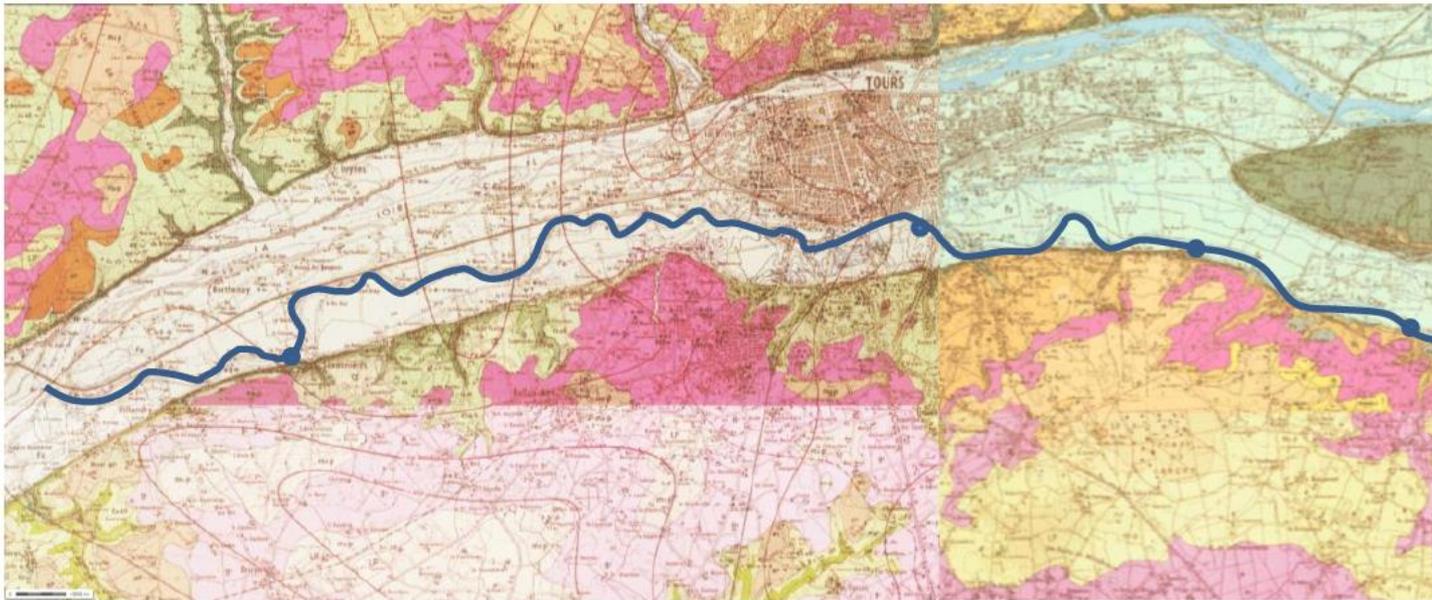
Développements apportés
depuis la réunion du 17 février



PHASE 1 – 2 : ETAT DES LIEUX- DIAGNOSTIC

- 1/ BARRAGE DE ROCHEPINARD
- 2/ AUTRES OUVRAGES STRUCTURANTS
- 3/ LES ECOULEMENTS DU CHER
- 4/ ASPECTS-MORPHO SEDIMENTAIRES**
- 5/ USAGES DE L'EAU
- 6/ QUALITE DES EAUX
- 7/ OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES



- Le Cher s'écoule dans une plaine alluviale avec une relative mobilité latérale en aval de Tours
- En amont de Tours, tracé + rectiligne longeant le coteau Sud => Cher canalisé

- 1/ BARRAGE DE ROCHEPINARD
- 2/ AUTRES OUVRAGES STRUCTURANTS
- 3/ LES ECOULEMENTS DU CHER
- 4/ ASPECTS-MORPHO SEDIMENTAIRES**
- 5/ USAGES DE L'EAU
- 6/ QUALITE DES EAUX
- 7/ OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

- 4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire
- 4.2 Fonctionnement hydraulique et sédimentaire
- 4.3 Evaluation de l'impact hydraulique à long terme du fonctionnement sédimentaire actuel
- 4.4 Qualité physico-chimique des sédiments

4/ ASPECTS-MORPHO SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

- 4.1.1 Avant les travaux d'évolution
- 4.1.2 Les travaux d'aménagement du Cher
- 4.1.3 La période 1971-1986
- 4.1.4 La période 1987-2002
- 4.1.5 La période 2002-2009

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

- 4.1.1 Avant les travaux d'évolution
- 4.1.2 Les travaux d'aménagement du Cher
- 4.1.3 La période 1971-1986
- 4.1.4 La période 1987-2002
- 4.1.5 La période 2002-2009

PHASE 1 – 2 : EDL - DIAG

4/ ASPECTS-MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.1.1 Avant les travaux d'évolution

4.1.2 Les travaux d'aménagement du Cher

4.1.3 La période 1971-1986

4.1.4 La période 1987-2002

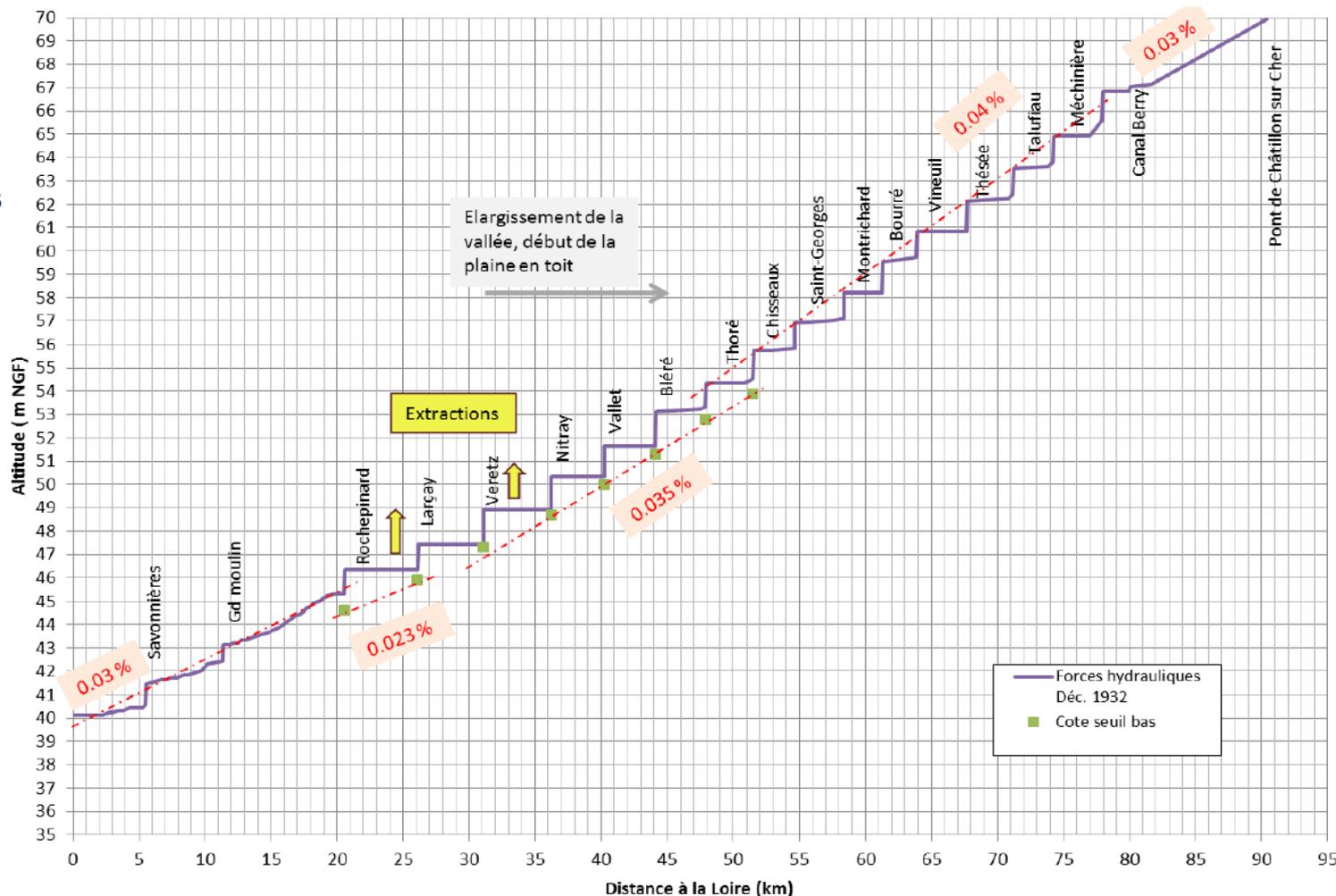
4.1.5 La période 2002-2009

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.1.1 Avant les travaux d'évolution

GFH 1932
Débit > 70 m³/s

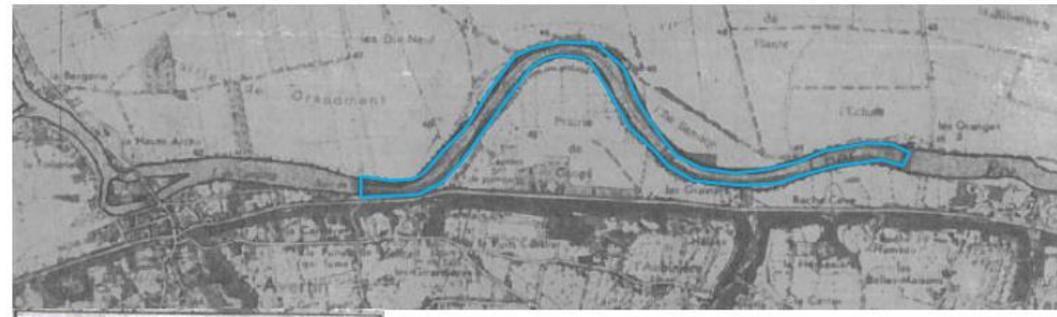


4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.1.1 Avant les travaux d'évolution

- L'entreprise GUIAUGE a bénéficié d'une autorisation d'extraction pendant plus de 40 ans :
 - Renouvellement d'autorisation en 1956
 - Fin des extractions 1996



Relevés d'extraction Guiaugué (Période 1963- 1970)

1967 : PK 22,5 à 26

Année	Quantité extraite (m ³)
Année 1963	15 560 m ³
15 janvier – 14 mars 1964 (relevé d'extraction)	8 297 m ³
Récépissé d'autorisation pour 1964	Autorisation pour 21 000m ³
Année 1965	29 097 m ³
Année 1966	28 796 m ³
Année 1968	35 298 m ³
Année 1969	39 980 m ³
Année 1970	30 239 m ³

**Dans les années 60,
environ 30 000 m³
extraits par an**

**Auxquels s'ajoutent
environ 10 000 m³/an à
Azay-sur-Cher**

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.1.2 Les travaux d'aménagement du Cher

Projet d'aménagement de la Vallée du Cher en 1966

⇒ Réduction du champ d'inondation

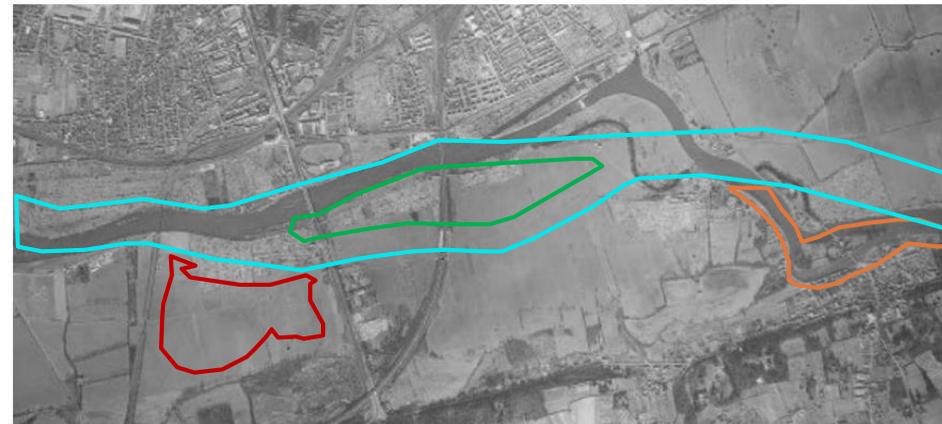
⇒ Remplacement du barrage à aiguilles de Rochepinard par deux barrages automatiques

⇒ Rectification et rescindement du Cher (200 m de large dans la traversée de Tours) entre l'Ecorcheveau et le Pont Sanitas

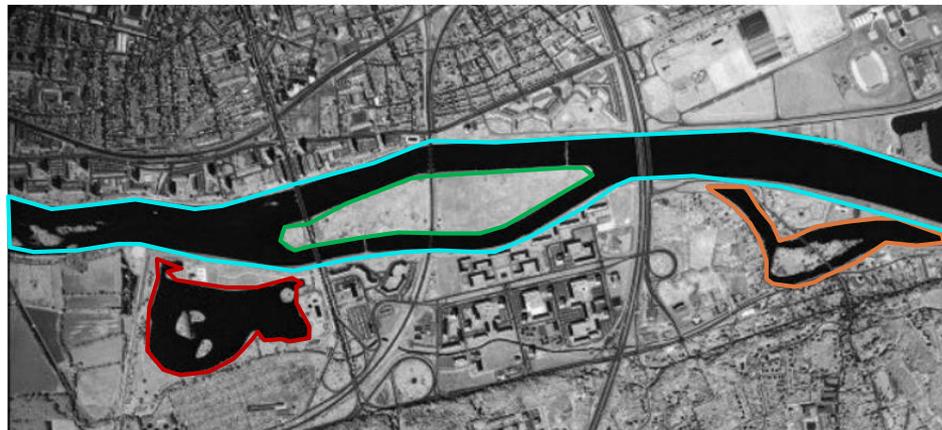
⇒ Création d'un bassin de navigation de plaisance en amont du pont d'Arcole

Fin des travaux : début des années 70

Cher dans la traversée de Tours - 1956



Cher dans la traversée de Tours - 1981



PHASE 1 – 2 : EDL - DIAG

4/ ASPECTS-MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

- 4.1.1 Avant les travaux d'évolution
- 4.1.2 Les travaux d'aménagement du Cher
- 4.1.3 La période 1971-1986**
- 4.1.4 La période 1987-2002
- 4.1.5 La période 2002-2009

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.1.3 La période 1971-1986

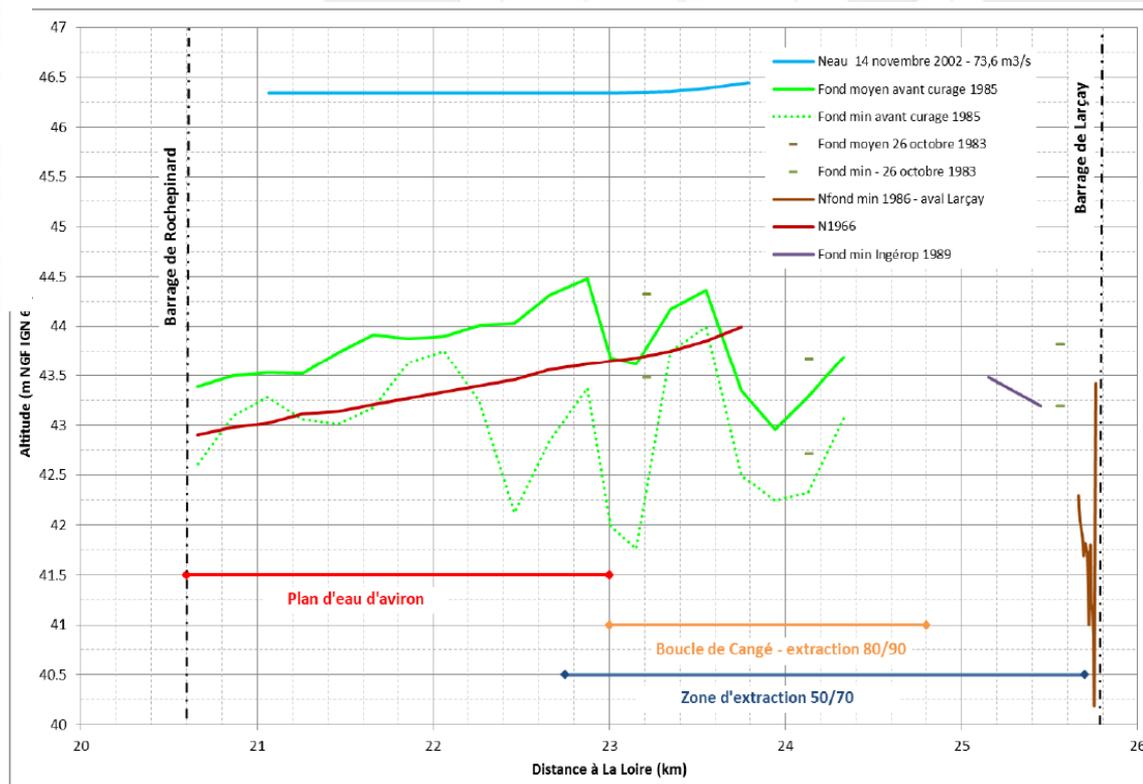
1^{ères} évolutions liées aux travaux d'aménagement

Période qui se termine par l'importante opération de curage des années 1985-1986



⇒ Sédimentation avec hausse moyenne de 0,5 m dans le plan d'eau d'aviron

⇒ Approfondissement dans la boucle de Cangé



Evolution des fonds dans la retenue de Rochepinard entre 1970 et 1986 (1989)

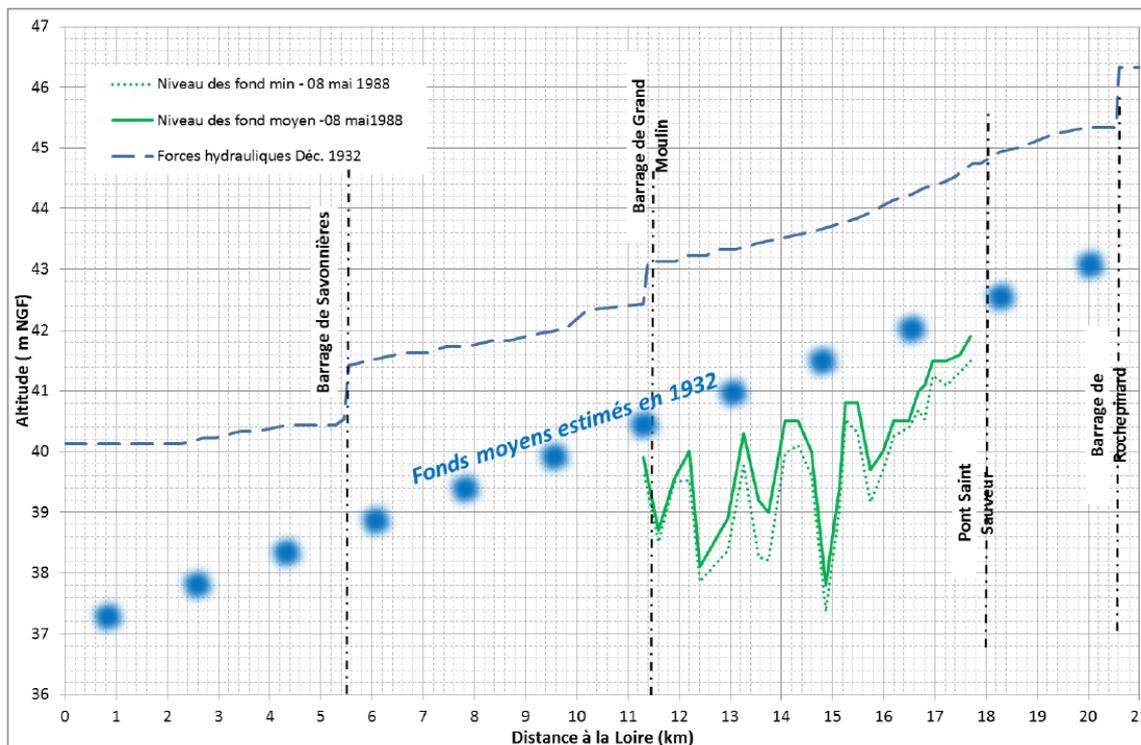
- 4.1.1 Avant les travaux d'évolution
- 4.1.2 Les travaux d'aménagement du Cher
- 4.1.3 La période 1971-1986**
- 4.1.4 La période 1987-2002
- 4.1.5 La période 2002-2009

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.1.3 La période 1971-1986

- ⇒ Peu de données disponibles en aval de Rochempinard :
 - ⇒ GFH : dont on a estimé des fonds moyens
 - ⇒ Profils 1988
- ⇒ **Abaissement global de l'ordre de 1 m entre Saint Sauveur et Grand Moulin**



Evolution supposée des fonds en aval de Rochempinard entre 1932 et 1988

- 4.1.1 Avant les travaux d'évolution
- 4.1.2 Les travaux d'aménagement du Cher
- 4.1.3 La période 1971-1986**
- 4.1.4 La période 1987-2002
- 4.1.5 La période 2002-2009

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.1.3 La période 1971-1986

⇒ En plan, sur photographie aérienne de 1984 : sédimentation visible dès l'amorce de l'élargissement du lit, s'organisant selon sinuosité de la rivière



⇒ A noter des travaux de confortement du barrage de Larçay en 1978-1981 et 1982

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.1.3 La période 1971-1986

- L'entreprise GUIAUGE poursuit son activité entre Larçay et la boucle de Cangé
 - ⇒ incertitude sur la poursuite de l'activité pendant les travaux de recalibrage
 - ⇒ Relevés d'extraction manquants sur la période 1971-1980
 - ⇒ Dans les années 1980-1990, zone d'extraction réduite



Zone de dragage autorisée (Extrait plan de 1987)

Tabl. 10 - Relevés d'extraction Guiaugé (période 1981 - 1986)

Année	Quantité extraite (m ³)
Année 1981	4 960 m ³
Année 1982	1 667 m ³
Année 1983	12 530 m ³
Année 1984	18 294 m ³
Année 1985	53 768 m ³
Année 1986	23 568 m ³

Poursuite des extractions en amont à Azay-sur-Cher, environ 7 000 m³/an (sur la base des relevés 1981-1986)

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.1.3 La période 1971-1986

⇒ **Fin des années 70, début des années 80, extraction annuelle de 10 à 15 000 m³**
dans le bassin d'aviron par la Ville de Tours

- Par hypothèse, sur une durée de 1977 à 1984, cela représente une extraction de 100 000 m³

⇒ **Opération de désensablement, opportunité avec projet de LGV**

- Environ 400 000 m³ extraits d'après redevances d'extraction
 - 40 000 m³ de sables extraits fin 1985
 - 273 000 m³ de sables et 86 000 m³ d'agriles et sables argileux extraits en 1986

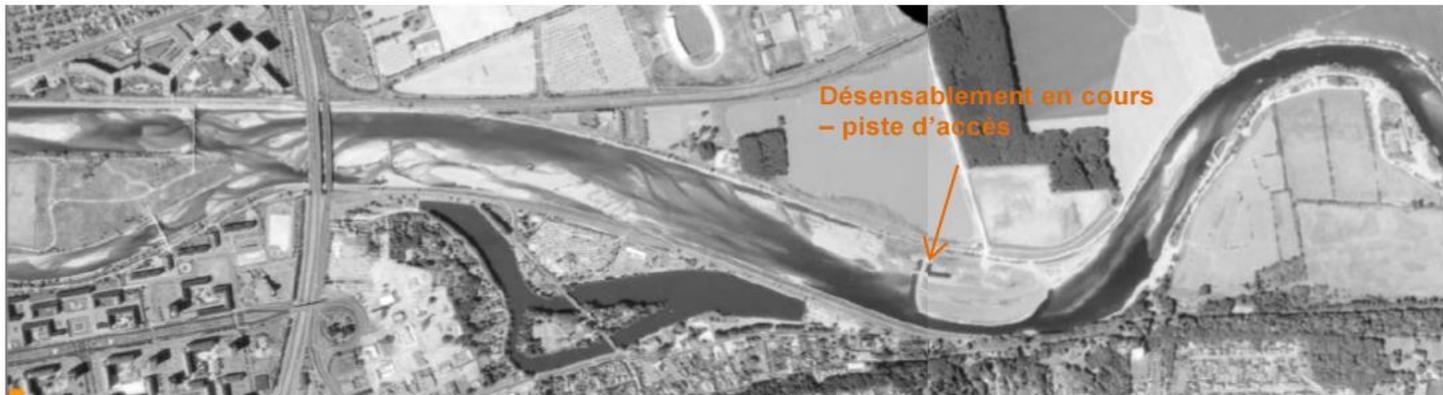


Photo aérienne de 1986, prise pendant l'opération de curage

PHASE 1 – 2 : EDL - DIAG

4/ ASPECTS-MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.1.1 Avant les travaux d'évolution

4.1.2 Les travaux d'aménagement du Cher

4.1.3 La période 1971-1986

4.1.4 La période 1987-2002

4.1.5 La période 2002-2009

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

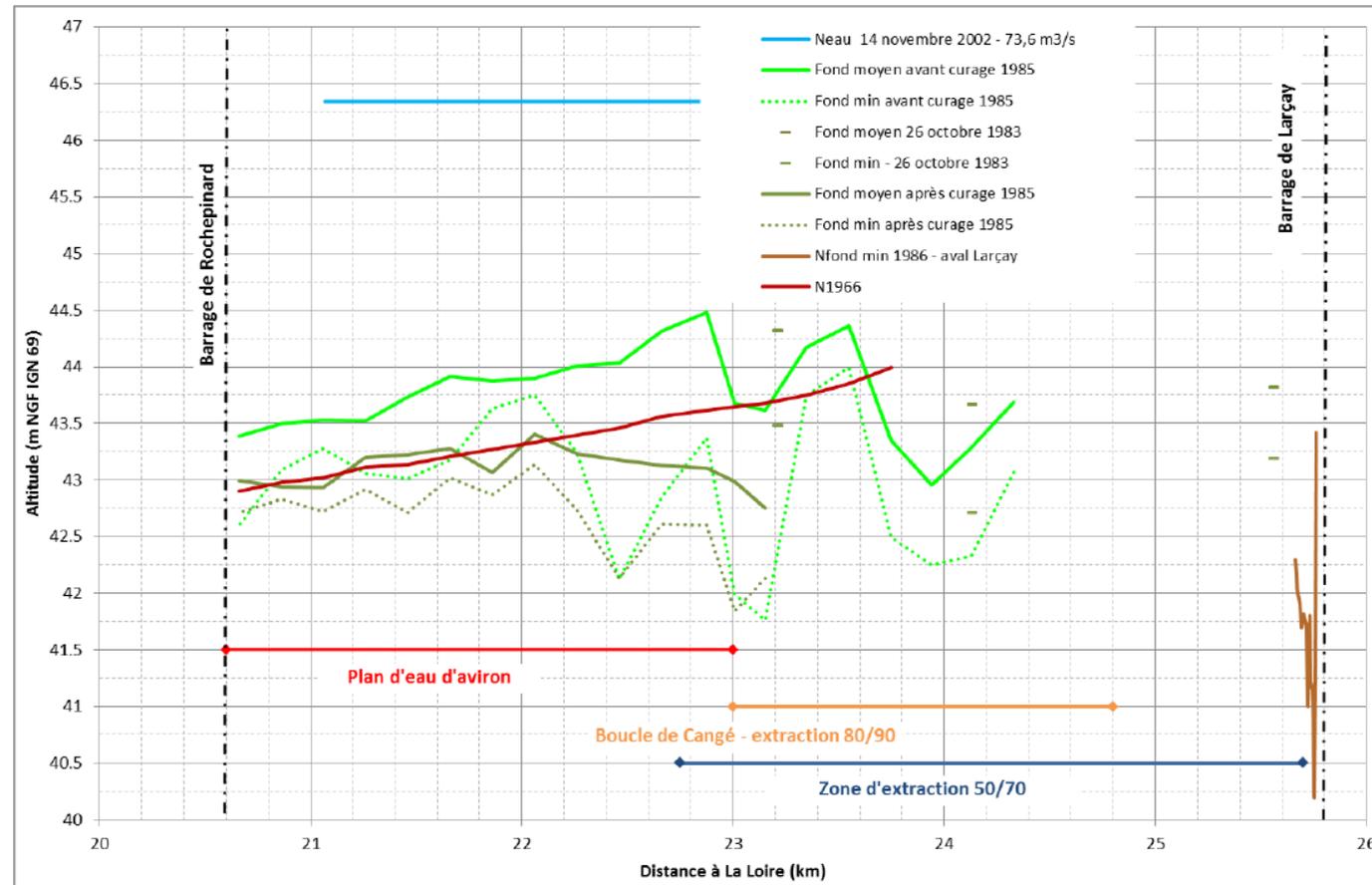
4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.1.3 La période 1971-1986

⇒ Evolution du profil en long avant/après curage 1985/1986

Volume de cubature
indique 340 000 m³
d'extraction

Ecart pouvant s'expliquer par
sédimentation apportée par le
Cher entre les levés
(2 août 1985, 23 octobre 1986
et 18 mai 1987)



Fonds de la retenue avant et après travaux de curage de 1985-1986

PHASE 1 – 2 : EDL - DIAG

4/ ASPECTS-MORPHO SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

- 4.1.1 Avant les travaux d'évolution
- 4.1.2 Les travaux d'aménagement du Cher
- 4.1.3 La période 1971-1986
- 4.1.4 La période 1987-2002**
- 4.1.5 La période 2002-2009

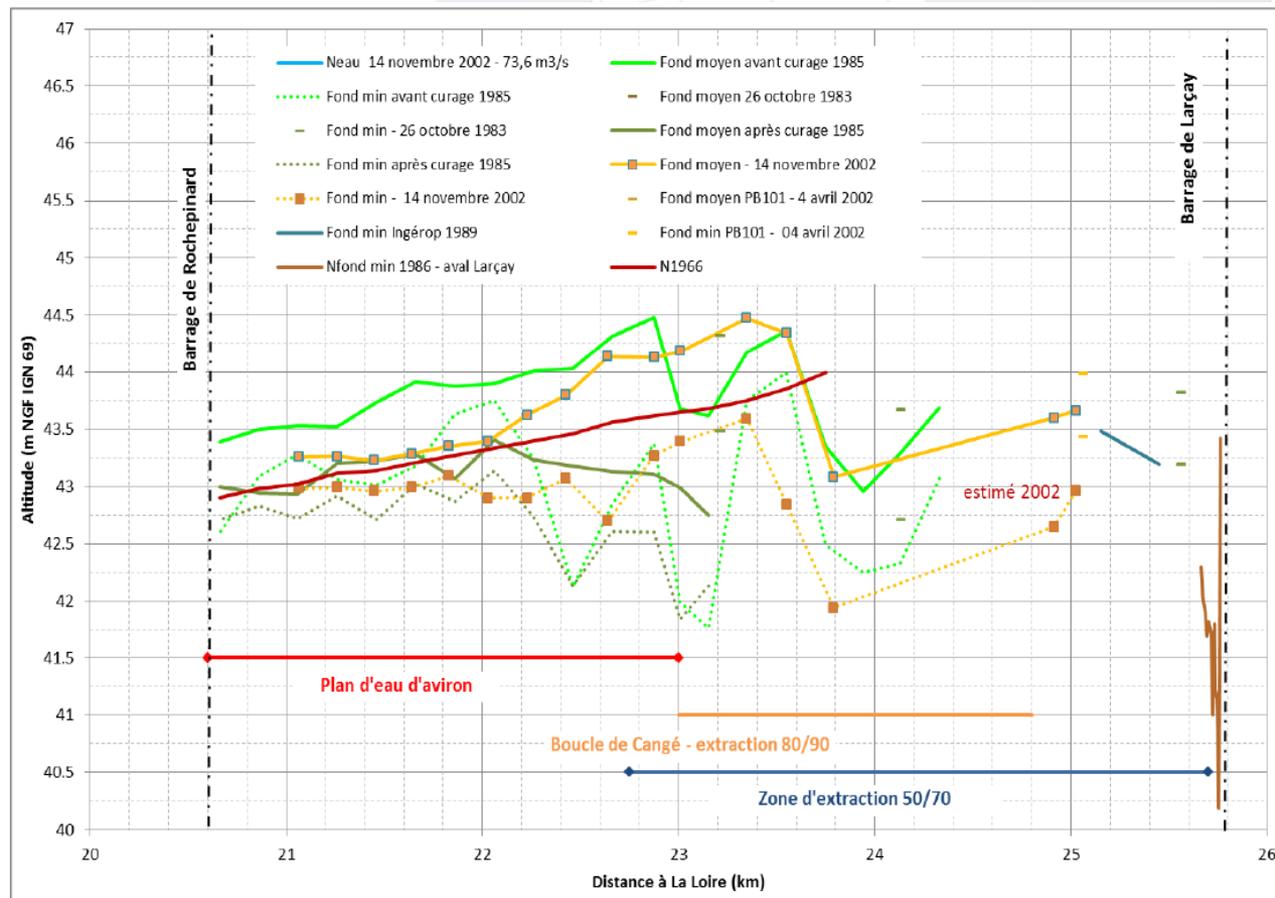
4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.1.4 La période 1987-2002

⇒ Relative stabilité des fonds moyens sur 1,5 km en amont du barrage, légère tendance au dépôt en fond mini (20 cm)

⇒ Entre les pk 22 et 23,2, la zone de dépôt s'est reconstituée avec rehaussement moyen de 1m

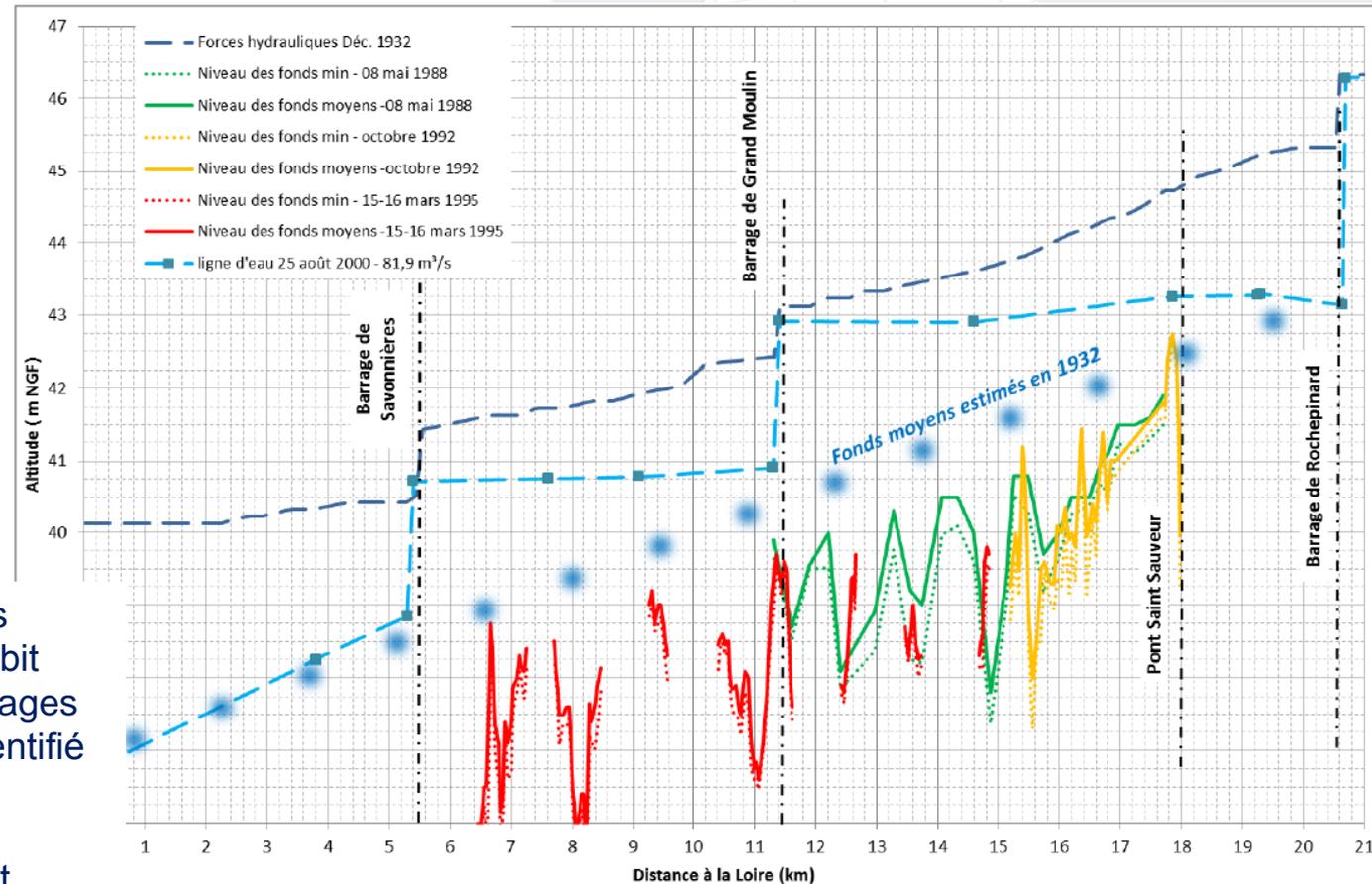


Evolution des fonds dans la retenue de Rochepinard entre 1986 et 2002

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.1.4 La période 1987-2002



⇒ La comparaison des lignes d'eau de 1932 et 2000 (débit similaire) en aval des ouvrages confirme l'abaissement identifié sur la période précédente

⇒ Peu d'évolution entre Saint Sauveur et Grand Moulin entre 1987 et 2002

PHASE 1 – 2 : EDL - DIAG

4/ ASPECTS-MORPHO SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

- 4.1.1 Avant les travaux d'évolution
- 4.1.2 Les travaux d'aménagement du Cher
- 4.1.3 La période 1971-1986
- 4.1.4 La période 1987-2002**
- 4.1.5 La période 2002-2009

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.1.4 La période 1987-2002

- Recalibrage du Cher en aval du pont Saint-Sauveur dans les années 1990 :

Viaduc Rode

Elargissement du lit de 90 à 120 m

Linéaire concerné : 1 300 m

Cher en aval du Pont Saint Sauveur - 1981



Cher en aval du Pont Saint Sauveur - 2001



PHASE 1 – 2 : EDL - DIAG

4/ ASPECTS-MORPHO SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

- 4.1.1 Avant les travaux d'évolution
- 4.1.2 Les travaux d'aménagement du Cher
- 4.1.3 La période 1971-1986
- 4.1.4 La période 1987-2002**
- 4.1.5 La période 2002-2009

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.1.4 La période 1987-2002

- L'entreprise GUIAUGE poursuit son activité dans la boucle de l'Ecorcheveau, mais le gisement disponible se raréfie et les extractions cesseront en 1995

Tabl. 11 - Relevés d'extraction Guiaugué (période 1987 - 1994)



Année	Quantité extraite (m ³)
Année 1987	27 625 T (= 18 197 m ³) ²
Année 1988	38 384 T (= 25 284 m ³)
Année 1989	39 132 T (= 25 777 m ³)
Année 1990	33 152 T (= 21 839 m ³)
Année 1991	13 120 T (= 8 643 m ³)
Année 1992	16 277 T (= 10 722 m ³)
Année 1993	29 259 T (= 19 274 m ³)
Année 1994	13 508 T (= 8 898 m ³)

Volume total 139 000 m³, soit environ 17 000 m³ extraits par an

Zone de dragage autorisée (Extrait plan de 1987)

Poursuite des extractions en amont à Azay-sur-Cher, environ 7 000 m³/an (sur la base des relevés 1987-1991), arrêt probable dans les années 90

PHASE 1 – 2 : EDL - DIAG

4/ ASPECTS-MORPHO SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

- 4.1.1 Avant les travaux d'évolution
- 4.1.2 Les travaux d'aménagement du Cher
- 4.1.3 La période 1971-1986
- 4.1.4 La période 1987-2002**
- 4.1.5 La période 2002-2009

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.1.4 La période 1987-2002

⇒ Bilan sédimentaire 1985-2002

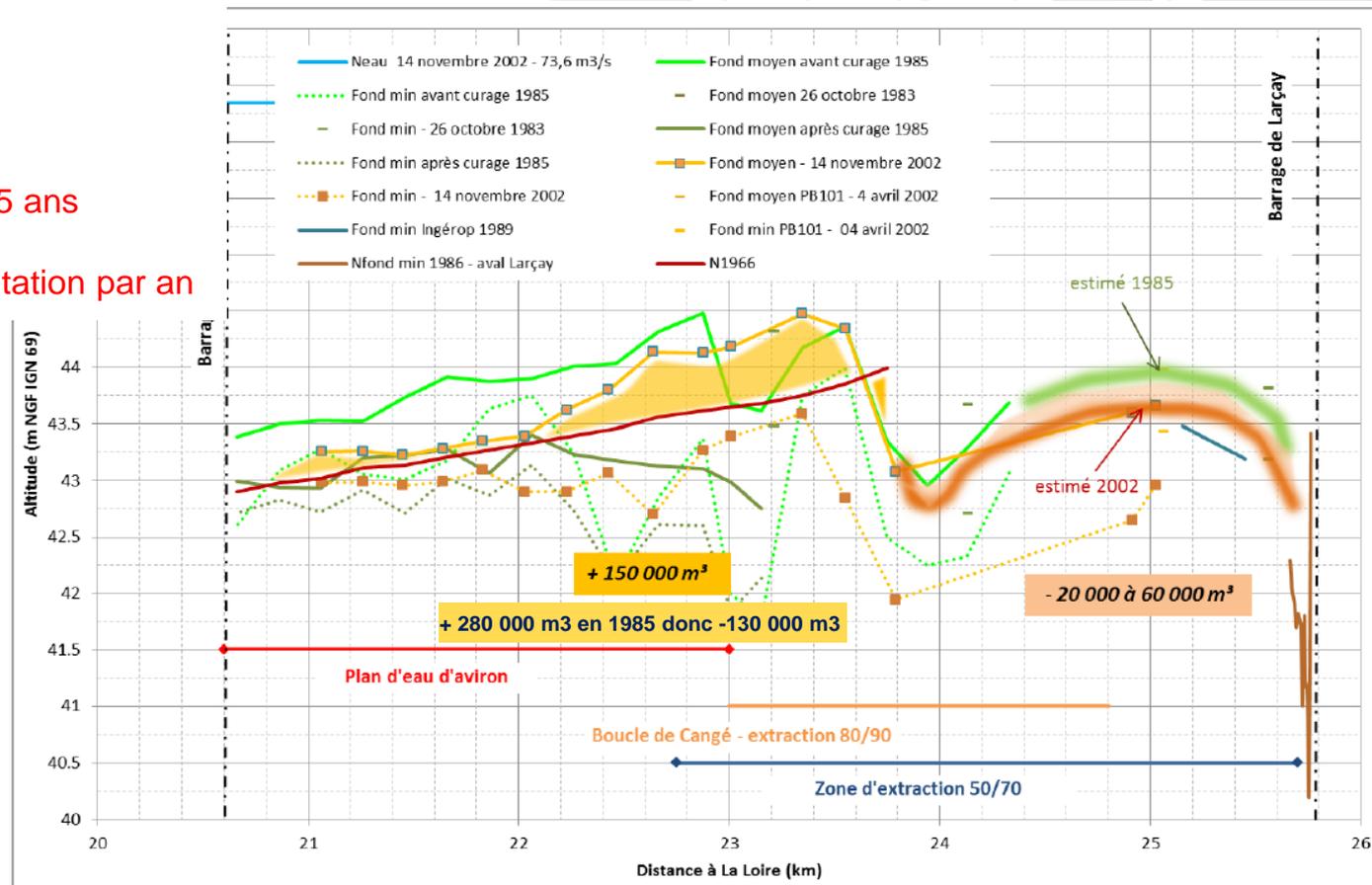
Perte -130 000 m³

Erosion amont 20 à 60 000 m³

Exportation 590 000 m³

Soit 400 à 440 000 m³ pour 17,5 ans

soit 23 à 25 000 m³ de sédimentation par an



PHASE 1 – 2 : EDL - DIAG

4/ ASPECTS-MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

- 4.1.1 Avant les travaux d'évolution
- 4.1.2 Les travaux d'aménagement du Cher
- 4.1.3 La période 1971-1986
- 4.1.4 La période 1987-2002
- 4.1.5 La période 2002-2009

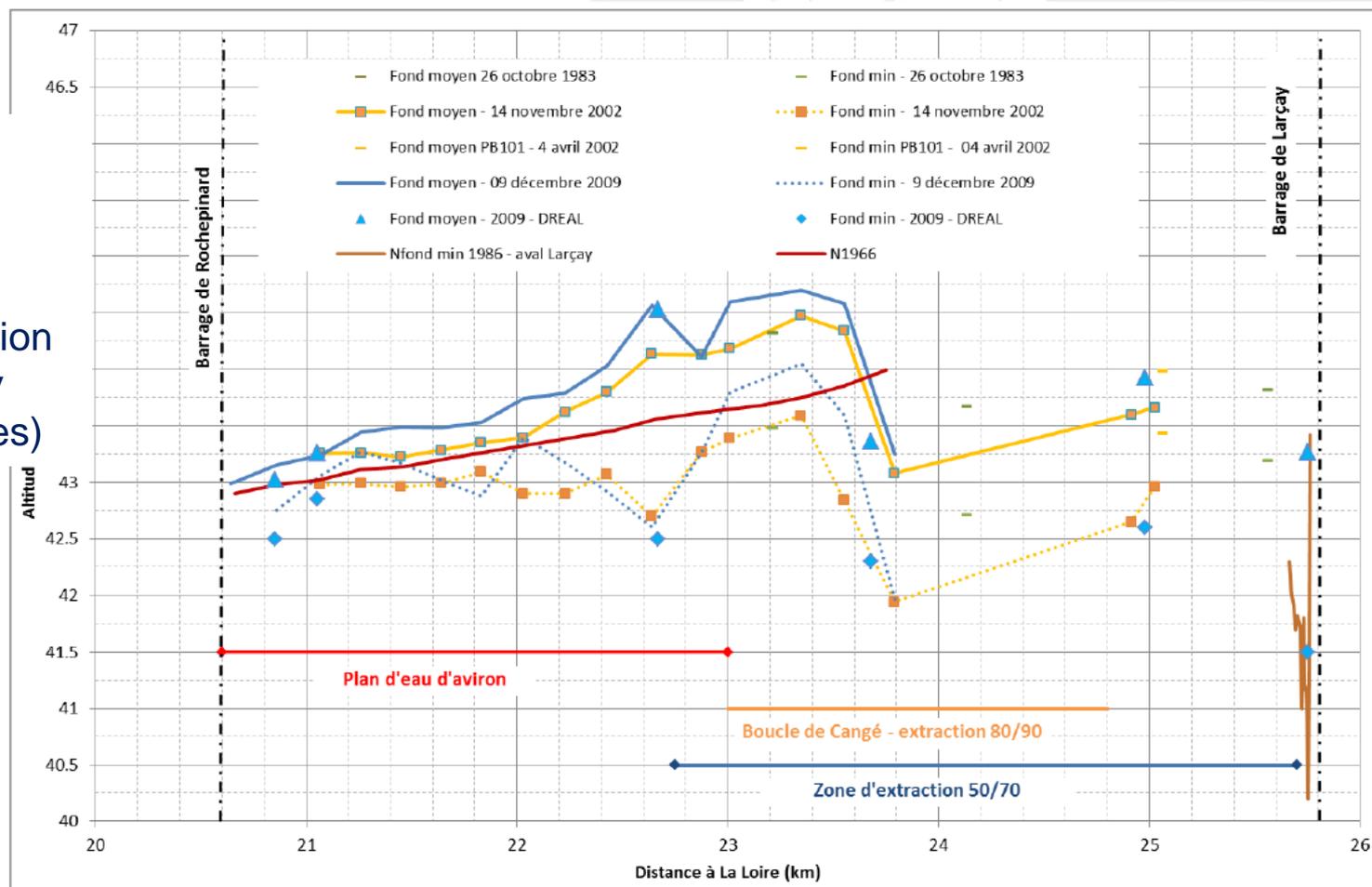
4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.1.5 La période 2002-2009

Poursuite de la sédimentation dans le bassin d'aviron

Très faible sédimentation entre Cangé et Larçay (données fragmentaires)



Evolution des fonds dans la retenue de Rochepinard entre 2002 et 2009

PHASE 1 – 2 : EDL - DIAG

4/ ASPECTS-MORPHO SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

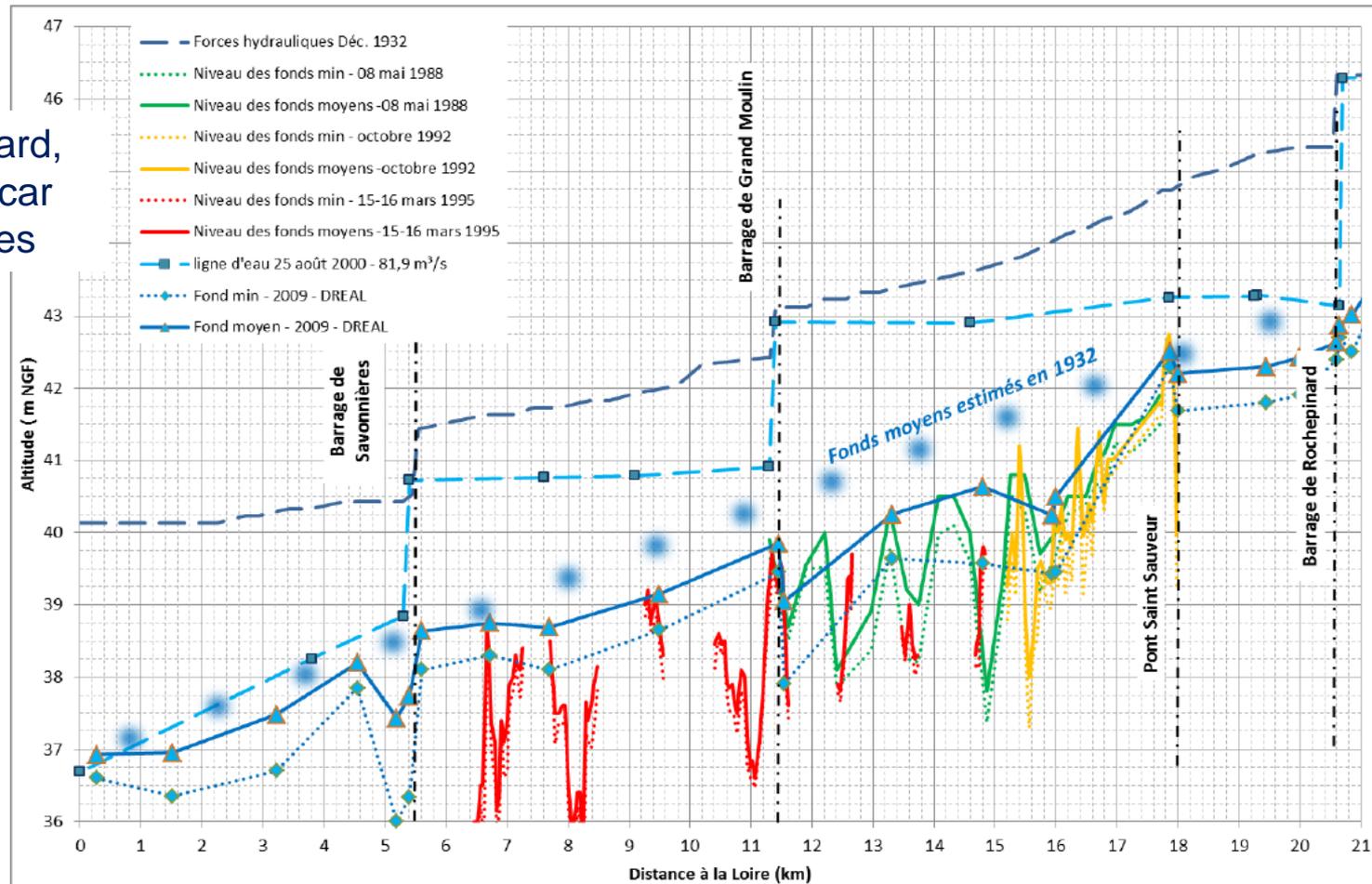
- 4.1.1 Avant les travaux d'évolution
- 4.1.2 Les travaux d'aménagement du Cher
- 4.1.3 La période 1971-1986
- 4.1.4 La période 1987-2002
- 4.1.5 La période 2002-2009

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.1.5 La période 2002-2009

En aval de Rochempinard, comparaison difficile car levés 2009 peu denses



Evolution des fonds en aval de Rochempinard entre 1988 et 2009

PHASE 1 – 2 : EDL - DIAG

4/ ASPECTS-MORPHO SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

- 4.1.1 Avant les travaux d'évolution
- 4.1.2 Les travaux d'aménagement du Cher
- 4.1.3 La période 1971-1986
- 4.1.4 La période 1987-2002
- 4.1.5 La période 2002-2009

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.1.5 La période 2002-2009

⇒ Bilan sédimentaire 2002-2009

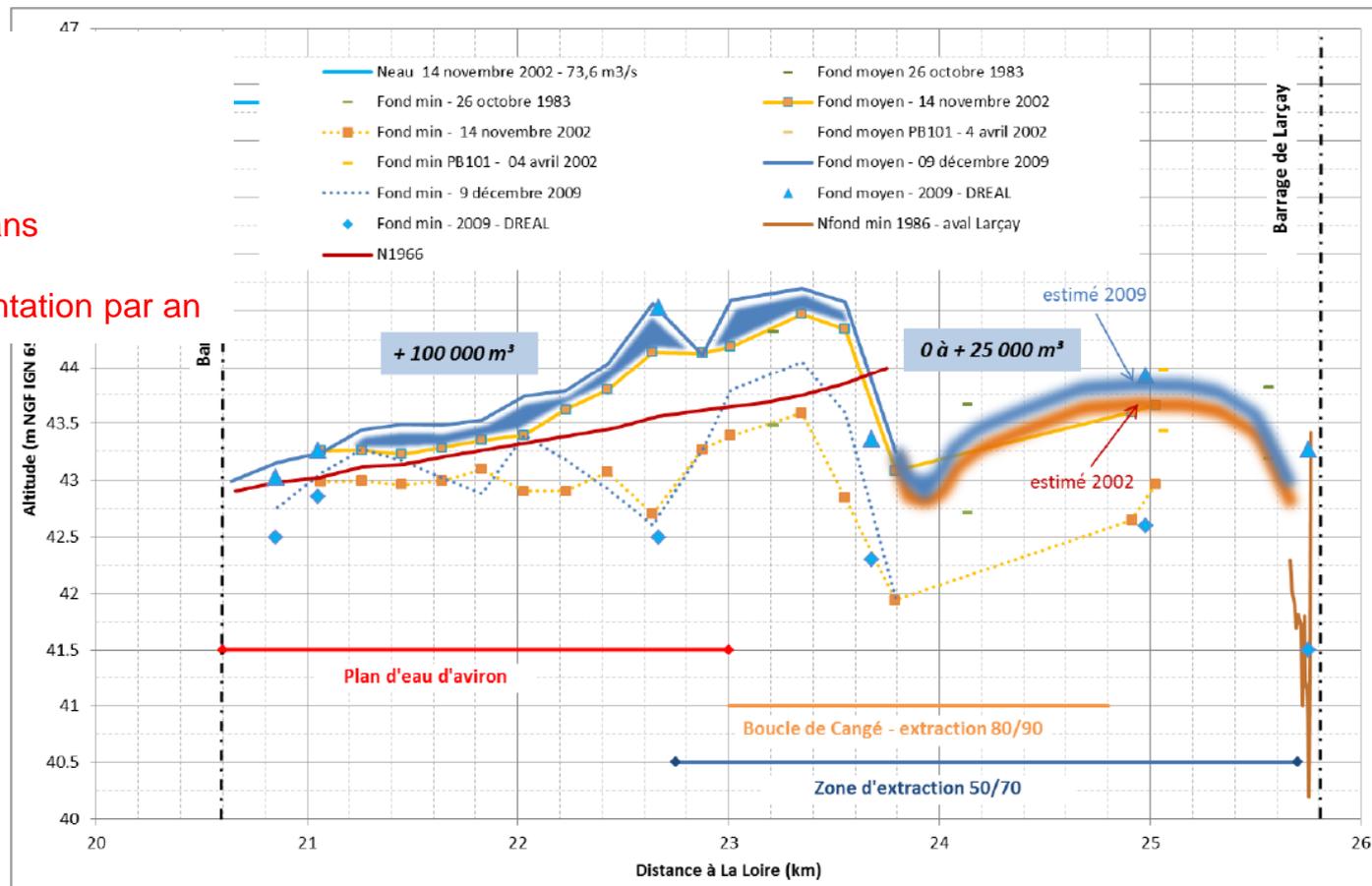
Dépôt +100 000 m³

Dépôt amont 0 à 25 000 m³

Exportation : terminé

Soit 100 à 125 000 m³ pour 7 ans

soit 14 à 18 000 m³ de sédimentation par an



Bilan de l'évolution du lit entre 2002 et 2009

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.2 Fonctionnement hydraulique et sédimentaire

⇒ Le transport solide dépend essentiellement du débit liquide, de la granulométrie des matériaux du lit, de la pente de la ligne d'énergie et de façon moins importante de la largeur de l'écoulement.

⇒ Il est donc nécessaire d'évaluer ces paramètres :

- Débit liquide : détermination des courbes de débits classés
- Granulométrie : prélèvements in situ et analyses
- Pente de la ligne d'énergie : modélisation hydraulique 1D
- Largeur : données topo-bathymétriques ou photographies aériennes

PHASE 1 – 2 : EDL - DIAG

4/ ASPECTS-MORPHO SEDIMENTAIRES
4.1 Analyse historique et fonctionnelle du
fonctionnement sédimentaire
4.2 Fonctionnement hydraulique et sédimentaire

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.2 Fonctionnement hydraulique et sédimentaire

⇒ Granulométrie

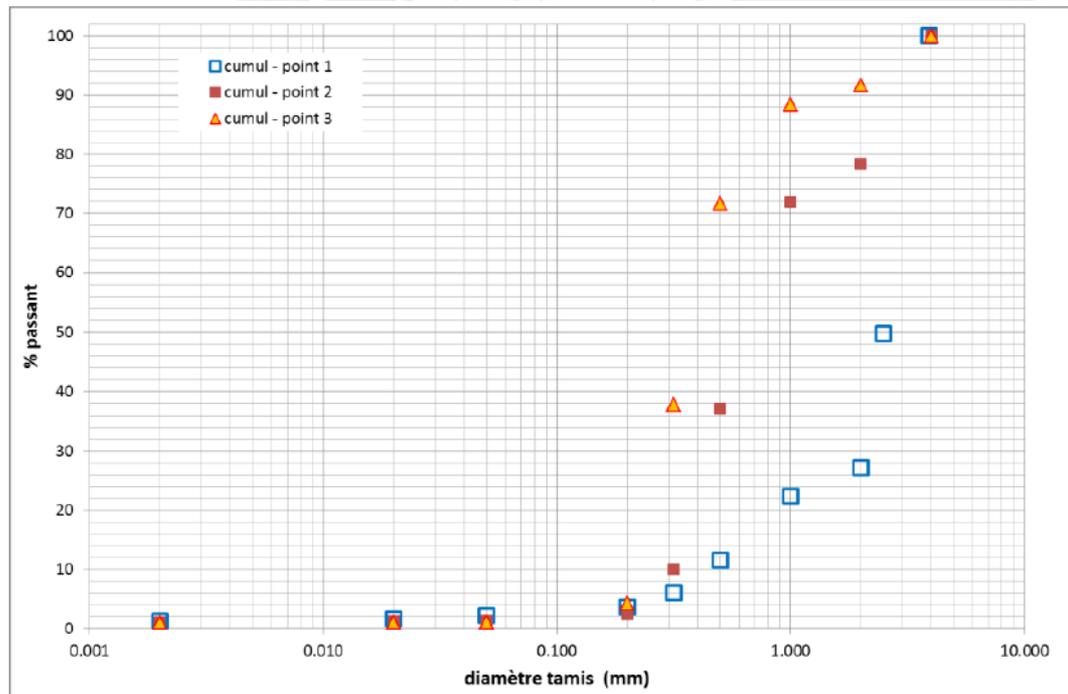


4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.2 Fonctionnement hydraulique et sédimentaire

Résultats des analyses granulométriques

	tamis (mm)	point 1
intitulé		classe
Argile <0,002 mm.....	0.002	1.24 %
Limon fin 0,002 à 0,020 mm.....	0.020	0.45 %
Limon grossier 0,020 à 0,050 mm....	0.050	0.53 %
Sable fin 0,050 à 0,200 mm.....	0.200	1.42 %
Sable grossier 0,200 à 0,315 mm.....	0.315	2.44 %
Sable grossier 0,315 à 0,500 mm.....	0.500	5.52 %
Sable grossier 0,500 à 1,000 mm.....	1.000	10.73 %
Sable grossier 1,000 à 2,000 mm.....	2.000	4.83 %
Graviers 2 à 2.5 mm.....	2.500	22.62 %
Graviers 2.5 à 4 mm.....	3.900	50.23 %
Graviers >4 mm.....		0.0 %
TOTAL DES FRACTIONS.....		100.0 %



Granulométrie des trois prélèvements

- Valeurs caractéristiques granulométriques des points prélevés

Nom point	Point 1	Point 2	Point 3
situation	banc grossier intrados	fond lit amont retenue	Fond lit aval retenue
dm (mm)	2.30	1.10	0.65
d16 (mm)	0.70	0.36	0.26
d30 (mm)	2.20	0.43	0.30
d50 (mm)	2.50	0.60	0.35
d84 (mm)	3.10	2.70	0.80
d90 (mm)	3.30	3.30	1.30

	tamis (mm)	point 2	point 3
intitulé		classe	classe
Argile <0,002 mm.....	0.002	1.1 %	1.08 %
Limon fin 0,002 à 0,020 mm.....	0.020	0.22 %	0.00 %
Limon grossier 0,020 à 0,050 mm....	0.050	0.15 %	0.00 %
Sable fin 0,050 à 0,200 mm.....	0.200	1.06 %	3.21 %
Sable grossier 0,200 à 0,315 mm.....	0.315	7.53 %	33.53 %
Sable grossier 0,315 à 0,500 mm....	0.500	27.09 %	33.89 %
Sable grossier 0,500 à 1,000 mm.....	1.000	34.76 %	16.72 %
Sable grossier 1,000 à 2,000 mm....	2.000	6.43 %	3.24 %
Graviers 2 à 4 mm.....	4.000	21.69 %	8.33 %
Graviers >4 mm.....		0.00 %	0.00 %
TOTAL DES FRACTIONS.....		100.0 %	100.0 %

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.2 Fonctionnement hydraulique et sédimentaire

- ⇒ **Modélisation hydraulique 1D simplifiée permettant de visualiser l'allure et les pentes des lignes d'eau et d'énergie selon différentes configurations historiques afin d'en mesurer l'incidence sur le transport solide**
- ⇒ **Modélisation réalisée entre Nitray et la Loire**

Les débits modélisés sont principalement ceux qui nous intéressent pour l'évaluation du transport solide. Nous verrons plus loin qu'ils se situent dans un intervalle entre 100 et 450 m³/s. Nous avons retenu les débits suivants :

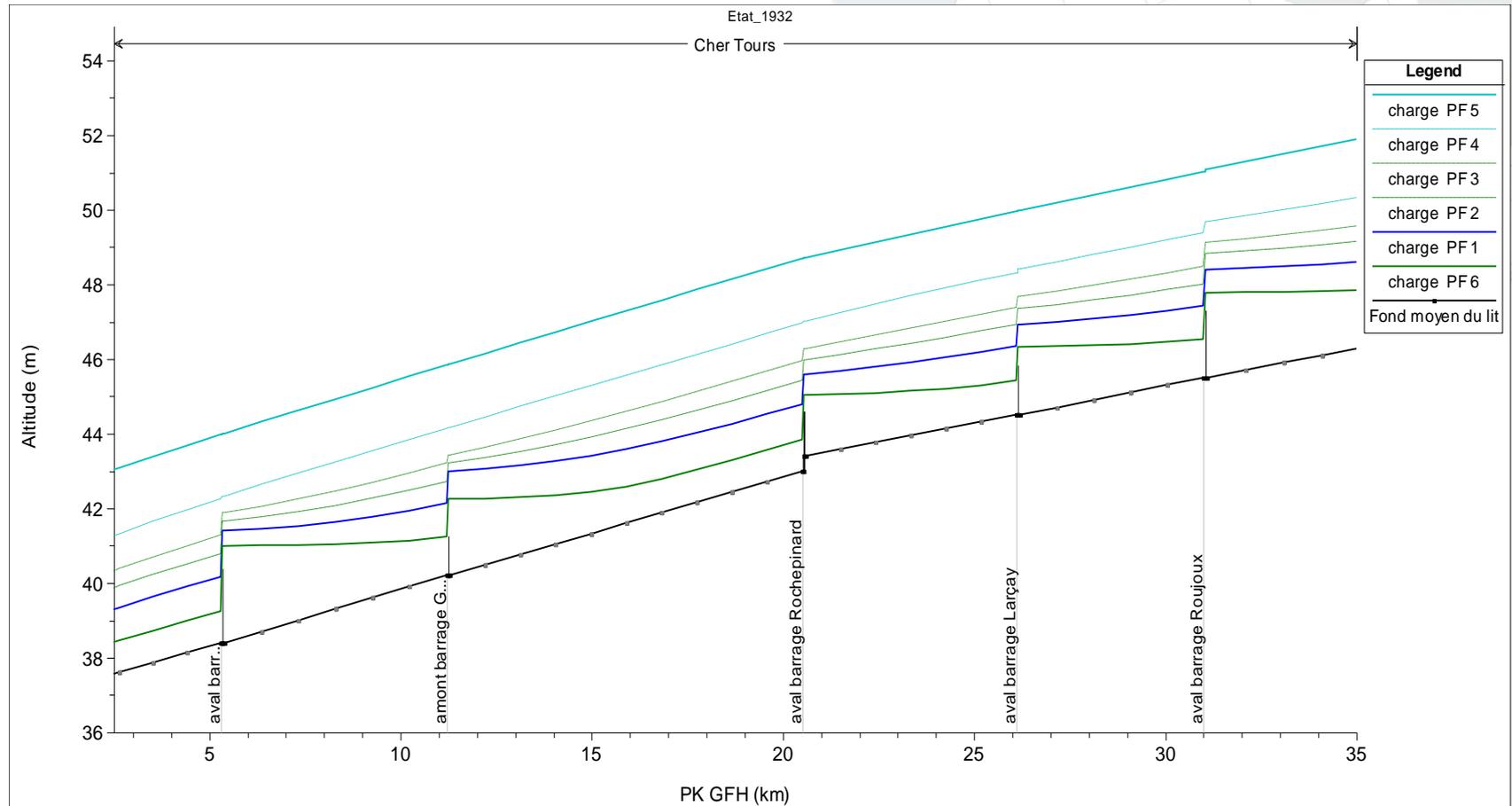
- 22 m³/s : étiage (débit modélisé par Ingérop en 2002);
- 75 m³/s : estimation du débit lors du levé GFH (partie aval) ;
- 124 m³/s : estimation du débit lors du levé GFH (partie amont), également débit classé de fréquence 0.75 ;
- 173 m³/s : débit classé de fréquence 0.85 ;
- 285 m³/s : débit classé de fréquence 0.95 ;
- 520 m³/s : débit classé de fréquence 0.99.

PHASE 1 – 2 : EDL - DIAG

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.2 Fonctionnement hydraulique et sédimentaire

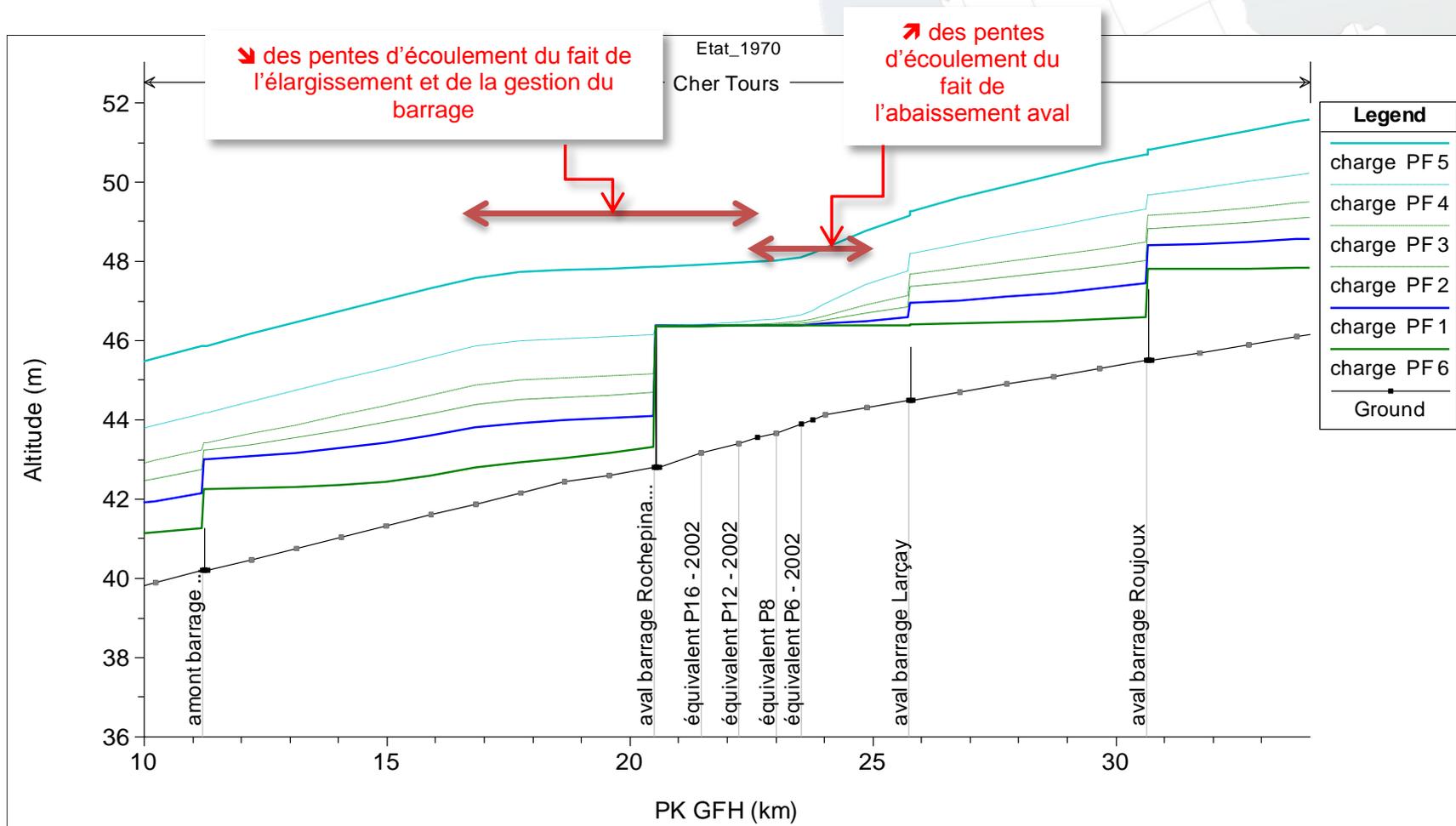
Allure des lignes de charge (~lignes d'eau) AVANT travaux de recalibrage



4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

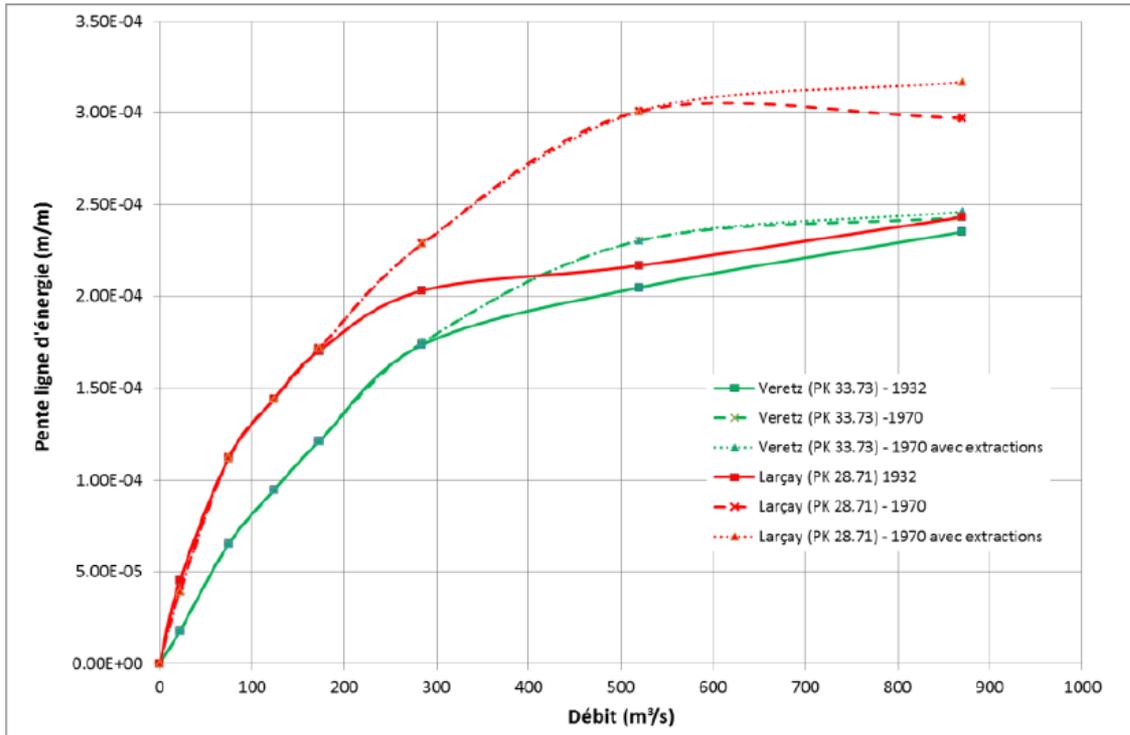
4.2 Fonctionnement hydraulique et sédimentaire

Allure des lignes de charge (~lignes d'eau) APRES travaux de recalibrage



4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.2 Fonctionnement hydraulique et sédimentaire



⇒ Incidence des aménagements du Cher remonte en amont du barrage de Larçay et en amont de Veretz pour les débits les plus forts

⇒ Les aménagements du Cher et dans une moindre mesure les extractions induisent une augmentation de la capacité de transport

Variation de la pente de la ligne d'énergie en amont du barrage de Larçay

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

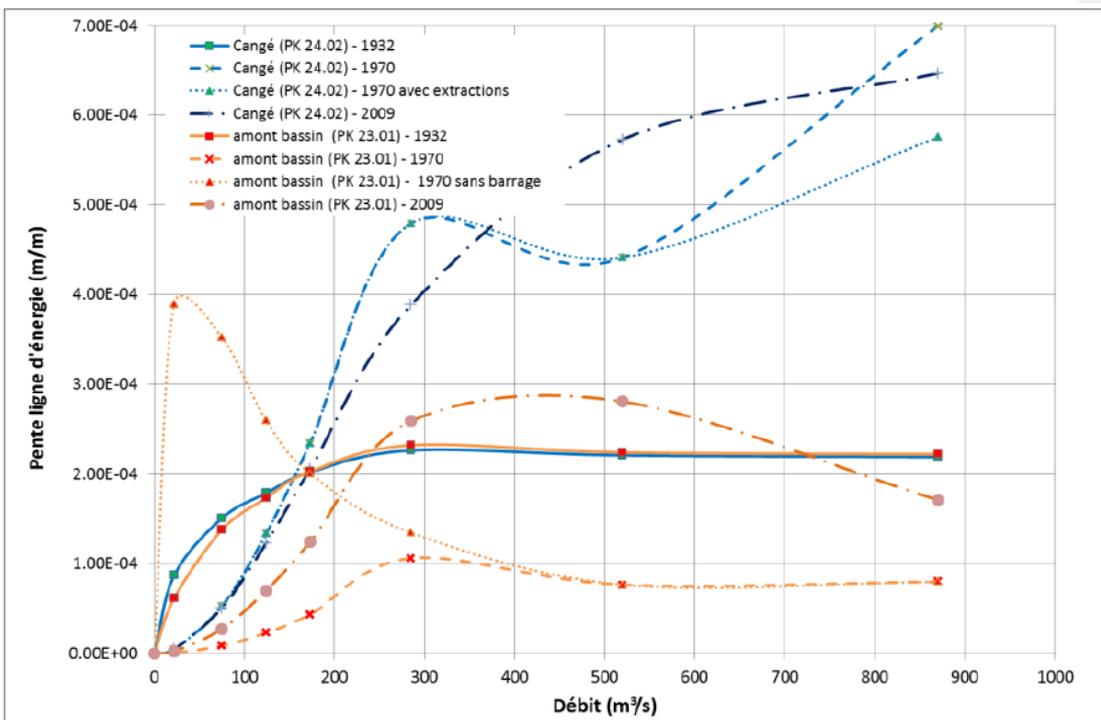
4.2 Fonctionnement hydraulique et sédimentaire

⇒ Augmentation importante de la pente dans la boucle de Cangé pour les débits supérieurs à 200 m³/s entraînant une augmentation de la capacité de transport

⇒ Entraîne érosion régressive : érosion de berge et approfondissement qui tend à diminuer un peu la pente

⇒ Le recalibrage entraîne une diminution importante de la pente d'énergie sur l'amont du bassin d'aviron

⇒ sur l'amont du bassin d'aviron, l'ouverture du barrage n'a un impact sur la ligne de charge par rapport à l'état avant aménagement que pour des débits inférieurs à 180 m³/s



Variation de la pente de la ligne d'énergie entre le barrage de Larçay et l'amont du bassin d'aviron

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

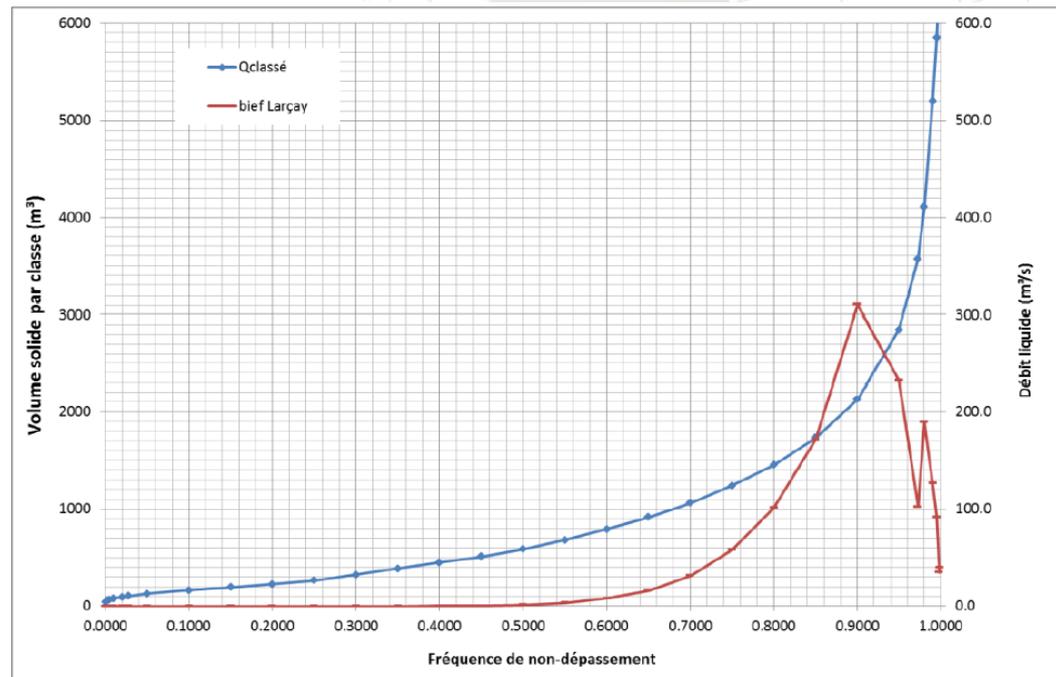
4.2 Fonctionnement hydraulique et sédimentaire

⇒ Estimation du transport solide

- Au regard du contexte, trois formules semblent adaptées : Engelund Hansen, Lefort 2007 et Recking 2013.
- C'est cette dernière formulation qui donne des résultats acceptables avec la granulométrie relevée au point 2.

⇒ Bief de Larçay – état 1932

- Débits classés sur période complète
- Contribution au transport entre 150 et 350 m³/s



PHASE 1 – 2 : EDL - DIAG

Dépôt =
Bief Larçay – P16



4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.2 Fonctionnement hydraulique et sédimentaire

⇒ Estimation du transport solide pour différentes configurations
 ⇒ Résultats conformes aux bilans sédimentaires

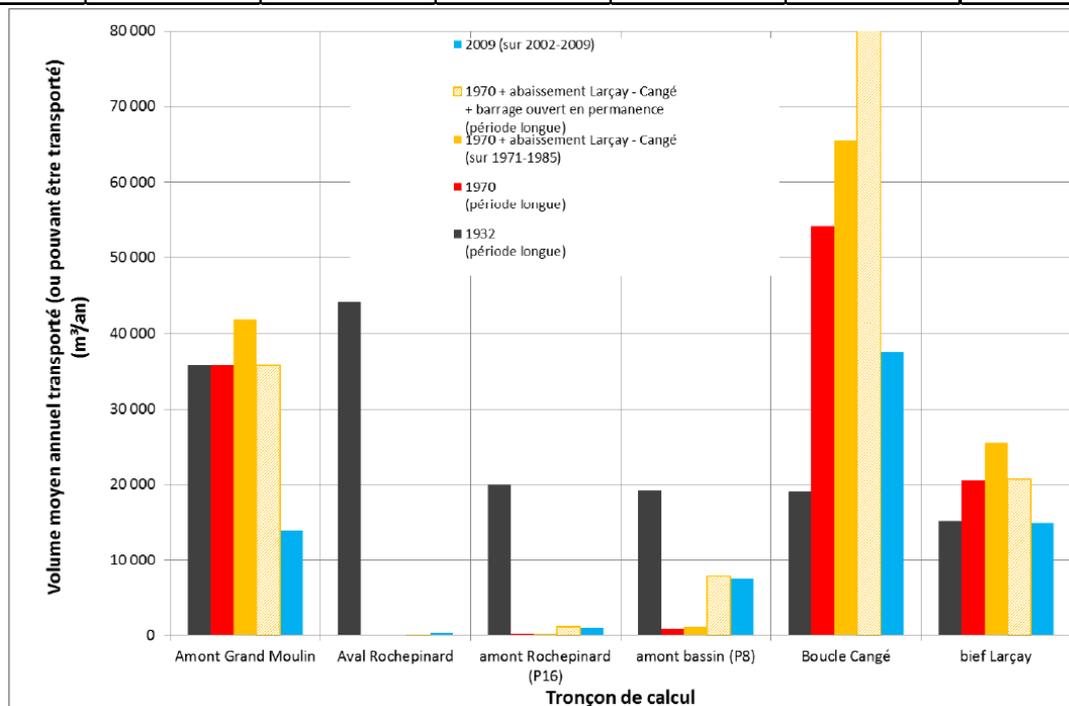
Configuration	bief Larçay	Boucle Cangé	amont bassin (P8)	amont Rochepernard (P16)	Aval Rochepernard	Amont Grand Moulin	dépôts bassin d'aviron
1932 (période longue)	15 200	19 100	19 200	20 000	44 100	35 800	-
1970 (période longue)	20 500	54 100	800	200	100	35 800	20 300
1970 + abaissement Larçay - Cangé (sur 1971-1985)	25 600	65 500	1 100	200	100	41 800	25 400
1970 + abaissement Larçay - Cangé + barrage ouvert en permanence (période longue)	20 700	118 900	7 800	1 100	100	35 800	19 600
2009 (sur 2002-2009)	14 900	37 600	7 500	1 000	300	13 900	13 900

⇒ En situation d'origine (1932), la capacité de transport est relativement constante en amont de Rochepernard et plus forte en aval

⇒ En situation aménagée : aucune capacité dans le bassin d'aviron, légère augmentation à l'amont du bassin d'aviron lorsque la sédimentation progresse

⇒ Déficit d'apport en aval, dans un secteur à forte capacité, ce qui confirme l'érosion

⇒ En amont du bassin d'aviron, les capacités de transport sont plus fortes qu'en situation d'origine, entraînant une érosion régressive. L'ouverture du barrage augmente cette capacité, pouvant expliquer les dégâts observés en fin de travaux sur le barrage de Larçay



4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.2 Fonctionnement hydraulique et sédimentaire

⇒ Conclusions

⇒ La sédimentation dans la retenue est liée à l'élargissement du lit mineur du Cher. Le barrage n'a qu'un rôle très secondaire.

⇒ Les sédiments se déposant proviennent du bassin versant amont du Cher. Durant les premières années, une partie des apports provient de l'érosion régressive qui se crée jusqu'au barrage de Larçay. Ce n'est plus le cas aujourd'hui.

⇒ L'évolution dans le bassin d'aviron va se poursuivre tant que les capacités de transport ne sont pas rétablies.

Elle deviendra plus lente en amont et se poursuivra en aval.

Le Cher va continuer à chercher à retrouver sa largeur d'origine (de l'ordre de 80 m).

En se rapprochant du barrage, la largeur de la rivière est imposée par l'ouvrage, c'est pourquoi les fonds sont plats.

⇒ Sédimentation actuelle de 14 000 à 20 000 m³/an, rythme qui va décroître très lentement.

⇒ A long terme, le risque inondation va croître.

⇒ En amont du bassin et en aval de Saint Sauveur, tendance à l'érosion, mais sans doute contrariée par l'augmentation de la résistance des fonds.

PHASE 1 – 2 : EDL - DIAG

- 4/ ASPECTS-MORPHO-SEDIMENTAIRES
 - 4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire
 - 4.2 Fonctionnement hydraulique et sédimentaire
 - 4.3 Impact hydraulique à long terme

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

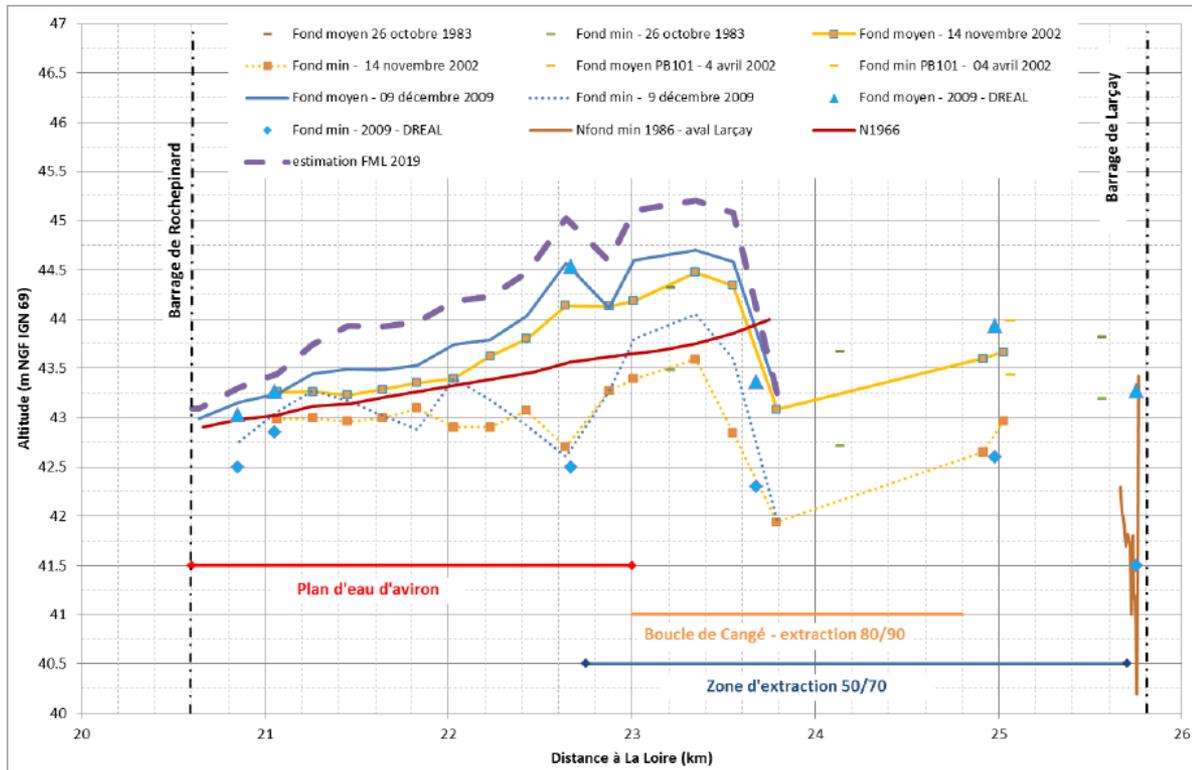
4.3 Impact hydraulique à long terme du fonctionnement sédimentaire actuel

⇒ Estimation de l'évolution future du lit

Configuration	bief Larçay	Boucle Cangé	amont bassin (P8)	amont Rochempinard (P16)	Aval Rochempinard	Amont Grand Moulin	dépôts bassin d'aviron
2009 (période longue)	21 000	53 300	11 200	1 200	400	19 700	19 800

⇒ Sur 10 ans, dépôt estimé à 200 000 m³ dans le bassin d'aviron et 5 à 10 000 m³ en aval du barrage

⇒ Evolution des fonds moyens sur cette base, en respectant la répartition des dépôts selon capacité de transport de chaque tronçon



4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.3 Impact hydraulique à long terme du fonctionnement sédimentaire actuel

⇒ En plus de l'évolution des fonds, évolution du coefficient de rugosité pour prendre en compte le développement probable de végétation

⇒ La consigne de maintien du plan d'eau à 46,35 m NGF limite actuellement ce développement

En 2019, certaines parties du lit se rapprocheront fortement de cette cote. Le coefficient de rugosité est alors passé de 28 à 25.

En aval de Rochepinard, diminution de 28 à 24 voire 22 sur certains secteurs.

⇒ Les débits modélisés sont ceux de l'étude de dangers :

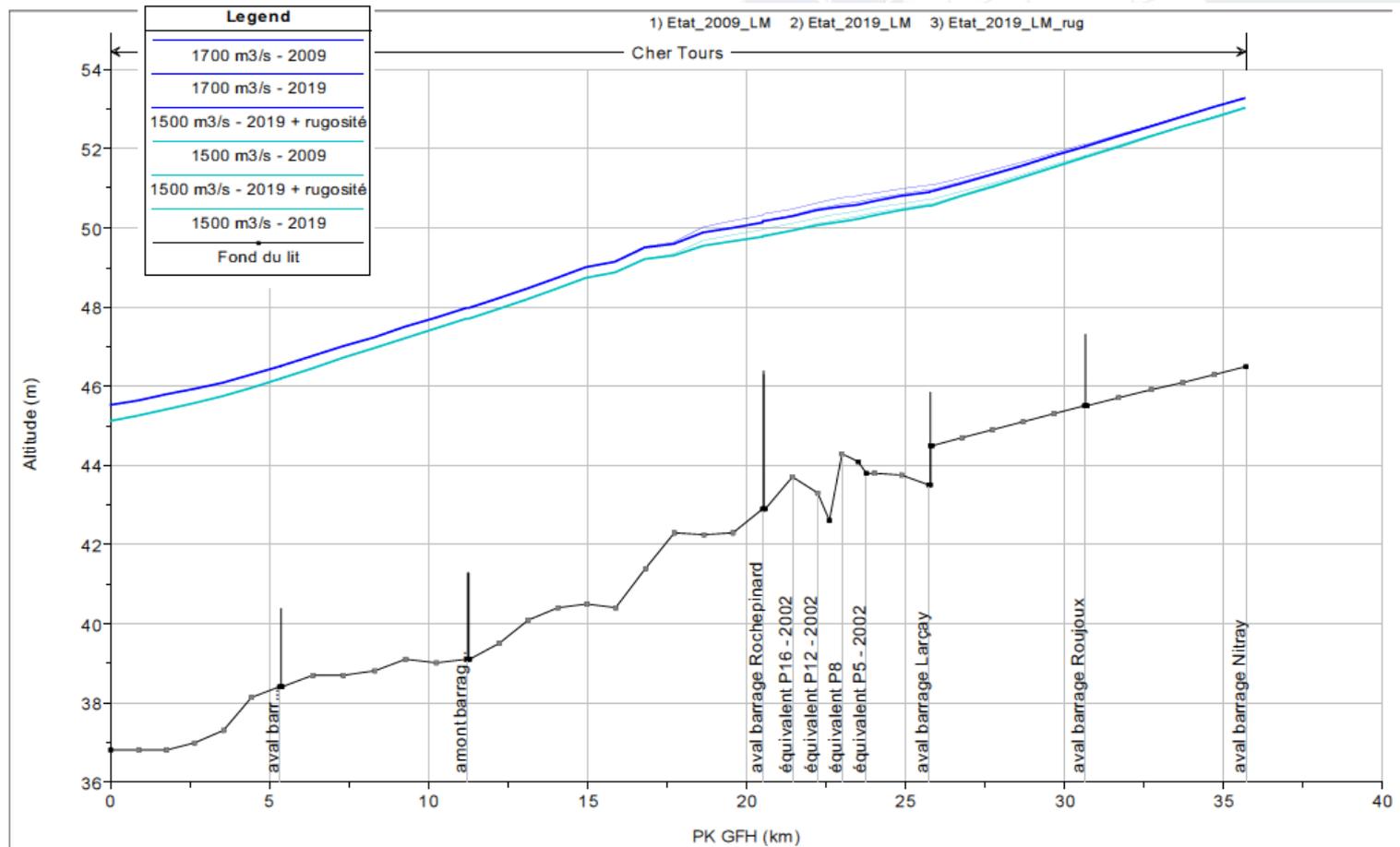
- 1500 m³/s (200 à 700 ans)
- 1700 m³/s (700 ans)

PHASE 1 – 2 : EDL - DIAG

- 4/ ASPECTS-MORPHO SEDIMENTAIRES
 - 4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire
 - 4.2 Fonctionnement hydraulique et sédimentaire
 - 4.3 Impact hydraulique à long terme

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.3 Impact hydraulique à long terme du fonctionnement sédimentaire actuel



Lignes d'eau pour les crues de 1500 et 1700 m³/s, en 2009 et en situation estimée 2019

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.3 Impact hydraulique à long terme du fonctionnement sédimentaire actuel

Point de calcul	Configuration	Crue de 1500 m ³ /s	Crue de 1700 m ³ /s
Environs de la ligne LGV (point de surverse identifié dans l'EDD pour 1700 m ³ /s)	2019 sans modification de la rugosité	+ 4 cm	+ 4 cm
	2019 avec modification de la rugosité	+ 12 cm	+ 12 cm
Boucle Cangé	2019 sans modification de la rugosité	+ 7 cm	+ 6 cm
	2019 avec modification de la rugosité	+ 20 cm	+ 20 cm
Amont bassin (P8)	2019 sans modification de la rugosité	+ 6 cm	+ 6 cm
	2019 avec modification de la rugosité	+ 21 cm	+ 21 cm
Amont Rochepinard (P16)	2019 sans modification de la rugosité	+ 1 cm	+ 1 cm
	2019 avec modification de la rugosité	+ 17 cm	+ 17 cm
Aval Rochepinard	2019 sans modification de la rugosité	+ 0 cm	+ 0 cm
	2019 avec modification de la rugosité	+ 16 cm	+ 17 cm
Aval pont Saint-Sauveur (PK 17.7, point de surverse identifié dans l'EDD pour 1700 m ³ /s)	2019 sans modification de la rugosité	+ 0 cm	+ 0 cm
	2019 avec modification de la rugosité	+ 5 cm	+ 5 cm
Entre les ponts Saint-Sauveur et de la rocade (PK 16.8, point de surverse identifié dans l'EDD pour 1700 m ³ /s)	2019 sans modification de la rugosité	+ 0 cm	+ 0 cm
	2019 avec modification de la rugosité	+ 2 cm	+ 2 cm

⇒ L'impact hydraulique est inférieur au rehaussement moyen des fonds, notamment en partie amont du bassin d'aviron, car contribution importante du lit majeur rive droite

⇒ La modification de rugosité a un impact plus important que la sédimentation

⇒ Point tangent de débordement identifié dans l'EDD au niveau de la ligne LGV se retrouve déversant

⇒ Création d'une surverse en rive droite au droit de la boucle de Cangé pour la crue de 1700 m³/s (à confirmer)

⇒ Aucun débordement en rive gauche sur la digue de Saint Avertin

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.3 Impact hydraulique à long terme du fonctionnement sédimentaire actuel

- ⇒ Au bout d'une décennie sédimentaire, l'impact hydraulique pour les crues supérieures à 200 ans reste modéré, et plus faible que la hauteur des dépôts eux-mêmes.
- ⇒ Ces impacts sont fortement influencés par la modification de la rugosité liée au développement de végétation.
- ⇒ Les hypothèses de dépôt sont des hypothèses moyennes. En fonction de l'hydrologie à venir, ces dépôts pourront avoir lieu sur une période plus courte ou plus longue.
- ⇒ Au bout de ces 10 années, les calculs hydrauliques et sédimentaires montrent que le taux de sédimentation reste globalement inchangé : le rythme de dépôt se poursuivra encore pendant de nombreuses années.

PHASE 1 – 2 : EDL - DIAG

4/ ASPECTS-MORPHO SEDIMENTAIRES

4.1 Analyse historique et fonctionnelle du fonctionnement sédimentaire

4.2 Fonctionnement hydraulique et sédimentaire

4.3 Impact hydraulique à long terme

4.4 Qualité physico-chimique des sédiments

4/ ASPECTS MORPHO-SEDIMENTAIRES

4.4 Qualité physico-chimique des sédiments

⇒ Très faible présence de dépôts organiques (0,42 à 1,03 %)

⇒ Bonne qualité au regard des éléments traces

		Cher		
		1	2	3
		Amont bassin aviron banc de sable	Amont bassin aviron bras vif	Aval bassin d'aviron
Arsenic	mg/kg	6.4	3.9	3.1
Cadmium	mg/kg	0.12	0.07	0.06
Chrome Total	mg/kg	7.3	4.6	4.5
Cuivre	mg/kg	2	1.1	1
Mercure	mg/kg	<0.017	<0.02	<0.016
Nickel	mg/kg	4.4	3.1	2.8
Plomb	mg/kg	7	6.7	6.2
Zinc	mg/kg	21	17	17

Niveau de Ref S1
30
2
150
100
1
50
100
300

Tabl. 18 - Eléments traces – résultats d'analyse

		Cher		
		1	2	3
		Amont bassin aviron banc de sable	Amont bassin aviron bras vif	Aval bassin d'aviron
PH à 25°C		9.6	9.5	9.3
Conductivité à 25°C	MicroS/cm	40.7	34.1	
Teneur en eau	%	17.5	14.8	14.6
Teneur en matière sèche	%	82.5	85.2	85.4
<i>Résultats sur sec</i>				
Teneur en matière minérale	%	98.97	99.6	99.4
Teneur en matières organiques	%	1.03	0.42	0.56
Phosphore (estimé en P2O5)	%	0.052	0.031	0.029
Carbone	%	0.68	0.12	<0.01
Azote Kjeldahl	%	0.033	0.014	0.009
Azote ammoniacal	%	0.007	0.000014	0.00001
Azote nitrique	%	0.00043	0.00078	0.00073
Azote nitreux	%	0.00002	0.000008	0.00001
Azote total	%	0.033	0.015	0.01

Tabl. 19 - Données physico-chimiques des sédiments présents dans la retenue de Rochepinard – résultats d'analyse

- 1/ BARRAGE DE ROCHEPINARD
- 2/ AUTRES OUVRAGES STRUCTURANTS
- 3/ LES ECOULEMENTS DU CHER
- 4/ ASPECTS-MORPHO SEDIMENTAIRES
- 5/ USAGES DE L'EAU

5/ LES USAGES DE L'EAU

Activités liées au plan d'eau et problèmes rencontrés

Fédération de pêche

Développement de végétation sur les berges du bassin d'aviron permettant l'apparition d'une biodiversité

La préservation de ces zones est importante pour la pêche

5/ LES USAGES DE L'EAU

Activités liées au plan d'eau et problèmes rencontrés

Canoë Kayak Club de Tours

Le secteur utilisé par le canoë kayak club de Tours va de Larçay à Rochempinard jusqu'à la rivière artificielle. Une étude est en cours avec l'agglomération Tours Plus pour créer une circulation sur le secteur de la Gloriette.

- Licenciés : 280 personnes. Environ 10 à 15 personnes tous les jours,
- Fréquentation estivale jusqu'à 80 personnes par jours.

Problèmes rencontrés :

Banc de sable au niveau de l'Ecorcheveau problématique pour les bateaux de course en ligne avec un safran (tirant d'eau insuffisant environ 30 cm en été, le besoin est de minimum 1m). Pas de problème pour les canoës qui ont des fonds plat. De nombreux herbiers se développent en été dans cette zone.

5/ LES USAGES DE L'EAU

Activités liées au plan d'eau et problèmes rencontrés

Le COTS Club d'aviron situé aux Fontaines

Le COTS regroupe environ une centaine de licenciés et dispose d'environ 40 embarcations. Ils pratiquent l'aviron sur le Cher entre le barrage de Larcay et le Barrage de Tours Rochempinard. Le tirant d'eau minimum nécessaire à la navigation est de 1 m

Problèmes rencontrés :

Ils sont liés au Cher et à sa configuration. Depuis l'arrêt des dragages, le Cher c'est ensablé jusqu'à avoir dans certain secteur (Ecorcheveau notamment et milieu du bassin d'Aviron) seulement 20 cm d'eau, la présence d'embâcle importante accentue encore le phénomène.

La faible hauteur d'eau favorise aussi le développement de la Jussie obstacle à la circulation des bateaux.

Le bassin d'aviron actuel permettrait de réaliser des compétitions si le tirant d'eau était au minimum d'un mètre partout, la surface étant suffisante par rapport aux normes nationales et internationales.

Un autre problème concerne la période de chômage du Cher (actuellement du 15 septembre au 15 octobre), le mois de septembre marquant le début des activités sportives pour les clubs, la période de chômage est particulièrement préjudiciable au recrutement de nouveaux adhérents les activités ne pouvant reprendre qu'après le chômage.

- 1/ BARRAGE DE ROCHEPINARD
- 2/ AUTRES OUVRAGES STRUCTURANTS
- 3/ LES ECOULEMENTS DU CHER
- 4/ ASPECTS-MORPHO SEDIMENTAIRES
- 5/ USAGES DE L'EAU

5/ LES USAGES DE L'EAU

Activités liées au plan d'eau et problèmes rencontrés

Le Tours Aviron Club

Le club Tours aviron Club est né de la fusion des 2 clubs Cercle de l'Aviron de Tours (CAT) et Société Nautique de Tours (SNT) en 1971 lors de la création de l'actuel bassin du Cher.

Le club regroupe entre 250 et 300 adhérents, les inscriptions sont en baisse ces dernières années du fait des difficultés de pratique rencontrées.

Problèmes rencontrés :

Le club actuellement ne propose plus de compétition nationale, ni locale, le bassin n'étant plus aux normes. Le club souhaite pouvoir réorganiser des compétitions au niveau local voire régional dans le futur.

Le tirant d'eau minimum nécessaire à la navigation est de 1,20 m. Les bateaux circulant « en aveugle » (les rameurs tournent le dos au sens de déplacement du bateau). Il est important d'avoir des chenaux de navigation bien définis. Sur la zone de circulation du club allant du barrage de Rochempinard à Larçay les bateaux montent côté rive droite et redescendent côté rive gauche.

- 1/ BARRAGE DE ROCHEPINARD
- 2/ AUTRES OUVRAGES STRUCTURANTS
- 3/ LES ECOULEMENTS DU CHER
- 4/ ASPECTS-MORPHO SEDIMENTAIRES
- 5/ USAGES DE L'EAU

5/ LES USAGES DE L'EAU

Activités et problèmes rencontrés

Les Bâteliers du Cher à Savonnières

Un bateau sert actuellement à la promenade (la belle passante -12 personnes) et un second est en cours d'homologation. Les promenades se font uniquement sur réservation et sur le secteur de Savonnières et le barrage de Ballan. La période de fonctionnement s'étend d'avril à fin septembre.

Problèmes rencontrés :

Dans la partie entre Savonnière et Ballan, le bateau ne rencontre pas de problème pour la navigation le barrage permettant de maintenir un tirant d'eau suffisant (tirant d'eau minimum nécessaire 60 à 80 cm pour une navigation au moteur).

Sur la partie aval du barrage de Savonnière la navigation est plus problématique du fait de la présence de haut fond. Le passage du barrage n'est pas adapté au passage de bateaux et rend la tâche compliquée.

Enfin le secteur juste en amont de la confluence présente des remous importants liés à la présence de rochers dans le fond du cours d'eau rendant la navigation très dangereuse.

D'autre part, la Jussie ne pose pour l'instant pas de problème pour la navigation, mais son développement est de plus en plus important sur le secteur.

5/ LES USAGES DE L'EAU

Activités et problèmes rencontrés

La Jocondie

Le bateau de la Jocondie circule sur le secteur situé entre le pont du plessis et le barrage du moulin de Ballan-Miré. La promenade dure environ 1 h et permet le transport de 12 personnes +2 membres d'équipage. La période de fonctionnement s'étend entre le 1^{er} juin et le 15 octobre. La fréquentation l'année dernière a été d'environ 1500 passagers. La Jocondie étant agréée jeunesse et sport de nombreux centre de loisirs fréquentent le site.

Problèmes rencontrés :

La Jocondie est le seul bateau à circuler sur le secteur. Il n'y a pas d'entretien particulier d'effectué sur cette zone, et le développement de la Jussie est de plus en plus problématique du fait de la réduction du chenal de navigation. Le tirant d'eau ne pose pas de problème même en période de basses eaux. Le secteur présente toujours entre 3 et 4 m d'eau grâce à l'influence du barrage.

Développement :

Il y a actuellement un projet de mise en valeur du site de la Gloriette par Tours plus associant les différents acteurs du secteur (bateau, canoë, vélo...) avec mise en place de circulation, signalétique ...Mais le cours d'eau dans ce secteur comporte de nombreux herbiers ne favorisant pas la navigation. De plus, le projet se heurte également à des contraintes réglementaires.

CONCLUSION

Le phénomène de sédimentation dans la retenue va se poursuivre avec un rythme de l'ordre de 15 000 à 20 000 m³/an

A horizon 10 ans, l'impact sur les crues reste modéré, mais la risque va continuer à croître avec l'augmentation de la sédimentation et le développement de végétation

Enjeu fort lié au maintien des usages sur le plan d'eau (aviron/canoë)

Interventions possibles ?

Entretien régulier des zones de dépôt (avec transfert aval) pour maintien des activités

Modification du mode de gestion des niveaux du barrage : impact limité



www.arteliagroup.com