

# ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE

PHASE 1 ET 2 : ETAT DES LIEUX -  
DIAGNOSTIC

RAPPORT FINAL



## Agence de Tours

3 cours du 56 avenue Marcel Dassault  
BP 20516  
37 205 TOURS Cedex 3  
Tel. : +33 2 47 71 12 50  
Fax : +33 2 47 71 12 59



Établissement public du ministère  
chargé du développement durable





|  |                   |              |   |   |   |                               |                    |
|--|-------------------|--------------|---|---|---|-------------------------------|--------------------|
| <br><b>Agence de Tours</b><br>3 cour du 56 Avenue Marcel Dassault<br>BP 20516<br>37205 Tours Cedex 3<br>Tel. : +33 (0)2 47 71 12 50<br>Fax : +33 (0)2 47 71 12 59 | <b>N° Affaire</b> | 4 56 1210    |   |   |   | <b>Etabli par</b>             | <b>Vérifié par</b> |
|  | <b>Date</b>       | Octobre 2015 |   |   |   | B.<br>LACOMBRADE<br>E. TIRIAU | E. TIRIAU          |
|  | <b>Indice</b>     | A            | B | C | D |                               |                    |

## SOMMAIRE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUCTION</b>  | <b>7</b>  |
| <b>2. LE CHER</b>   | <b>10</b> |
| 2.1. LE CHER CANALISE   | 10        |
| 2.2. LE CHER DELAISSE   | 10        |
| 2.3. LE CHER REHABILITE   | 11        |
| <b>3. BARRAGE DE ROCHEPINARD ET MODE ACTUEL DE GESTION</b>                    | <b>12</b> |
| 3.1. HISTORIQUE DE L'OUVRAGE  | 12        |
| 3.2. LE BARRAGE   | 14        |
| 3.3. LA RIVIERE DE CONTOURNEMENT  | 17        |
| 3.4. MODE ACTUEL DE GESTION   | 18        |
| <b>4. AUTRES OUVRAGES STRUCTURANTS</b>  | <b>19</b> |
| 4.1. BARRAGE DE ROUJOUX – VERETZ – PK 31,1                                    | 21        |
| 4.2. BARRAGE LARÇAY - PK 26,2   | 22        |
| 4.3. BARRAGE GRAND MOULIN – PK 11,3   | 24        |
| 4.4. BARRAGE SAVONNIERE – PK 5,4  | 26        |
| <b>5. LES ECOULEMENTS DU CHER</b>   | <b>28</b> |
| 5.1. LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE   | 28        |
| 5.2. ANALYSE HYDROLOGIQUE   | 29        |
| 5.2.1. Les écoulements mensuels   | 29        |
| 5.2.2. Les étiages  | 30        |
| 5.2.3. Les débits classés   | 30        |
| 5.2.4. Analyse des crues  | 32        |
| 5.2.4.1. LES DEBITS DE CRUE   | 32        |
| 5.2.4.2. ELEMENTS SUR LES CRUES DU CHER SUR LE SECTEUR D'ETUDE                | 33        |
| 5.2.4.3. LES PERIODES D'APPARITION DES CRUES                                  | 33        |
| 5.3. LES NIVEAUX D'ECOULEMENT DU CHER   | 34        |
| 5.3.1. Les niveaux de crue  | 34        |
| 5.3.2. Les lignes d'eau   | 34        |
| 5.3.2.1. CRUES MODELISEES – ETUDE DE DANGER DES DIGUES DE TOURS               | 34        |
| 5.3.2.2. LIGNES D'EAU RELEVEES  | 35        |
| 5.3.3. Loi Hauteur/débit en aval du barrage de Rochempinard                   | 36        |
| <b>6. FONCTIONNEMENT MORPHO-SEDIMENTAIRE DU LIT DU CHER</b>                   | <b>37</b> |
| 6.1. CONTEXTE GENERAL   | 37        |
| 6.2. ANALYSE HISTORIQUE ET FONCTIONNEL DU FONCTIONNEMENT SEDIMENTAIRE DU CHER | 38        |
| 6.2.1. Avant les travaux d'aménagement du Cher                                | 38        |
| 6.2.1.1. PROFIL EN LONG   | 38        |
| 6.2.1.2. EXTRACTIONS  | 40        |
| 6.2.2. Les travaux d'aménagement du Cher                                      | 41        |
| 6.2.2.1. DESCRIPTION SUCCINCTE  | 41        |
| 6.2.3. La période 1971 – 1986   | 42        |
| 6.2.3.1. EVOLUTION DU PROFIL EN LONG  | 42        |
| 6.2.3.2. AUTRES EVOLUTIONS DU LIT   | 44        |
| 6.2.3.3. EXTRACTIONS  | 45        |
| 6.2.3.4. EVALUATION DU BILAN SEDIMENTAIRE SUR LA PERIODE 1971 - 1985          | 49        |
| 6.2.4. La période 1987 – 2002   | 51        |
| 6.2.4.1. EVOLUTION DU PROFIL EN LONG  | 51        |

|               |  |            |
|---------------|--|------------|
| 6.2.4.2.      | RECALIBRAGE DU CHER EN AVAL DU PONT SAINT SAUVEUR  | 52         |
| 6.2.4.3.      | EXTRACTIONS  | 53         |
| 6.2.4.4.      | EVALUATION DU BILAN SEDIMENTAIRE SUR LA PERIODE 1985 - 2002                                  | 54         |
| <b>6.2.5.</b> | <b>La période 2002 - 2009</b>  | <b>55</b>  |
| 6.2.5.1.      | EVOLUTION DU PROFIL EN LONG  | 55         |
| 6.2.5.2.      | EVALUATION DU BILAN SEDIMENTAIRE SUR LA PERIODE 2002 - 2009                                  | 57         |
| <b>6.2.6.</b> | <b>L'approfondissement de la Loire</b>   | <b>58</b>  |
| <b>6.3.</b>   | <b>FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ET SEDIMENTAIRE DU CHER</b>                                    | <b>60</b>  |
| <b>6.3.1.</b> | <b>Généralités sur le transport de sédiments</b>   | <b>60</b>  |
| <b>6.3.2.</b> | <b>La nature et la granulométrie des sédiments</b>   | <b>61</b>  |
| 6.3.2.1.      | RECONNAISSANCE DE TERRAIN  | 61         |
| 6.3.2.2.      | DONNEES DISPONIBLES EN AMONT (CHATRE-SUR CHER)   | 63         |
| 6.3.2.3.      | PRELEVEMENTS ET ANALYSES REALISEES DANS LE CADRE DE LA PRESENTE ETUDE                        | 64         |
| <b>6.3.3.</b> | <b>Modélisation hydraulique</b>  | <b>69</b>  |
| <b>6.3.4.</b> | <b>Démarche réalisée pour l'évaluation du transport solide</b>                               | <b>69</b>  |
| <b>6.3.5.</b> | <b>Analyse des impacts hydrauliques des ouvrages, aménagements et interventions</b>          | <b>70</b>  |
| 6.3.5.1.      | CONFIGURATION AVANT L'AMENAGEMENT DU CHER  | 70         |
| 6.3.5.2.      | INCIDENCES DE L'AMENAGEMENT DU CHER  | 71         |
| 6.3.5.3.      | INCIDENCE DE LA CONFIGURATION DE 2009  | 72         |
| 6.3.5.4.      | ANALYSE DES EVOLUTIONS DES PENTES DE LA LIGNE D'ENERGIE                                      | 73         |
| <b>6.3.6.</b> | <b>Estimation du transport solide</b>  | <b>76</b>  |
| <b>6.3.7.</b> | <b>En synthèse</b>   | <b>79</b>  |
| <b>6.3.8.</b> | <b>Analyse diachronique des photographies aériennes</b>                                      | <b>80</b>  |
| <b>6.4.</b>   | <b>L'ETAT D'ENSABLEMENT ACTUEL DE LA RETENUE</b>   | <b>81</b>  |
| <b>6.5.</b>   | <b>LE VIRAGE DE L'ECORCHEVEAU</b>  | <b>82</b>  |
| <b>6.5.1.</b> | <b>Erosion fluviale</b>  | <b>83</b>  |
| <b>6.5.2.</b> | <b>Erosion liée au batillage</b>   | <b>84</b>  |
| <b>6.5.3.</b> | <b>Conclusion</b>  | <b>86</b>  |
| <b>6.6.</b>   | <b>EVALUATION DE L'IMPACT HYDRAULIQUE A LONG TERME DU FONCTIONNEMENT SEDIMENTAIRE ACTUEL</b> | <b>86</b>  |
| <b>6.6.1.</b> | <b>Modélisation hydraulique en crue</b>  | <b>86</b>  |
| <b>6.6.2.</b> | <b>Estimation de l'évolution future du lit</b>   | <b>87</b>  |
| <b>6.6.3.</b> | <b>Estimation de l'impact hydraulique</b>  | <b>88</b>  |
| <b>6.7.</b>   | <b>LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES SEDIMENTS</b>   | <b>92</b>  |
| <b>7.</b>     | <b>LES USAGES DE L'EAU</b>   | <b>93</b>  |
| <b>7.1.</b>   | <b>AEP</b>   | <b>93</b>  |
| <b>7.2.</b>   | <b>IRRIGATION, CAPTAGE, FORAGE ET PUIS DANS LE LIT MAJEUR</b>                                | <b>94</b>  |
| <b>7.3.</b>   | <b>ACTIVITES DE LOISIR</b>   | <b>95</b>  |
| <b>7.3.1.</b> | <b>Pêche amateur</b>   | <b>96</b>  |
| 7.3.1.1.      | FEDERATION DE PECHE  | 96         |
| 7.3.1.2.      | AAPPMA   | 96         |
| 7.3.1.3.      | PRATIQUE DE LA PECHE   | 97         |
| 7.3.1.4.      | USAGES ET PROBLEMES RENCONTRES   | 98         |
| <b>7.3.2.</b> | <b>Canoe-kayak</b>   | <b>99</b>  |
| 7.3.2.1.      | PREAMBULE  | 99         |
| 7.3.2.2.      | CANOË KAYAK CLUB DE TOURS  | 100        |
| 7.3.2.3.      | LE POLE ESPoir CANOE KAYAK TOURS   | 100        |
| <b>7.3.3.</b> | <b>Aviron</b>  | <b>101</b> |
| 7.3.3.1.      | PREAMBULE  | 101        |
| 7.3.3.2.      | LE COTS  | 101        |
| 7.3.3.3.      | LE TOURS AVIRON CLUB   | 101        |
| 7.3.3.4.      | EMPRISE UTILE A LA PRATIQUE  | 101        |
| <b>7.3.4.</b> | <b>Voile</b>   | <b>102</b> |
| <b>7.3.5.</b> | <b>Navigation fluviale</b>   | <b>102</b> |
| 7.3.5.1.      | LES BATELIERS DU CHER A SAVONNIERES  | 102        |
| 7.3.5.2.      | LA JOCONDIE  | 103        |
| 7.3.5.3.      | MARINIERS DU JEAN BRICAU   | 103        |
| <b>7.3.6.</b> | <b>Tourisme</b>  | <b>103</b> |
| 7.3.6.1.      | CAMPING  | 103        |
| 7.3.6.2.      | LOIRE A VELO   | 103        |
| <b>8.</b>     | <b>QUALITE DES EAUX DU CHER</b>  | <b>105</b> |

**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic  
RAPPORT FINAL

---

|   |            |
|---|------------|
| 8.1. QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE   | 105        |
| 8.2. ESPECES INVASIVES  | 108        |
| <b>9. OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX ASSOCIES A LA MASSE D'EAU</b>              | <b>110</b> |
| <b>10. VOLET BIOLOGIQUE</b>   | <b>111</b> |
| 10.1. PREAMBULE   | 111        |
| 10.2. PRESENTATION DU SITE ZPS « VALLEE DE LOIRE D'INDRE ET LOIRE »         | 112        |
| 10.2.1. Caractère général du site   | 113        |
| 10.2.2. Qualité et importance   | 113        |
| 10.2.3. Menaces, pressions et activités ayant une incidence sur le site     | 114        |
| <b>ANNEXE 1 Description des ponts jalonnant le linéaire d'étude</b>         | <b>1</b>   |
| <b>ANNEXE 2 Plan de localisation des données bathymétriques disponibles</b> | <b>14</b>  |
| <b>ANNEXE 3 Analyse diachronique</b>  | <b>15</b>  |
| <b>ANNEXE 4 Résultats analyses sédiments</b>                                | <b>16</b>  |

## TABLEAUX

|   |     |
|---|-----|
| TABL. 1 - OUVRAGES STRUCTURANTS   | 19  |
| TABL. 2 - ECOULEMENTS MENSUELS (SOURCE BANQUE HYDRO)  | 29  |
| TABL. 3 - DEBITS CARACTERISTIQUES D'ETIAGE (SOURCE BANQUE HYDRO)  | 30  |
| TABL. 4 - TABLEAUX DES DEBITS CLASSES (SOURCE BANQUE HYDRO)   | 31  |
| TABL. 5 - DEBITS INSTANTANES DE CRUE DU CHER (SOURCE BANQUE HYDRO)  | 32  |
| TABL. 6 - DEBITS DE CRUE CARACTERISTIQUES DU CHER A TOURS (SOGREAH 1990°)   | 32  |
| TABL. 7 - DEBITS DES CRUES MODELISEES – ETUDE DE DANGER DES DIGUES DE TOURS (DREAL 2013)  | 33  |
| TABL. 8 - TABLEAU DES LIGNES D'EAU RELEVES (SOURCE DREAL CENTRE)  | 35  |
| TABL. 9 - RELEVES D'EXTRACTION GUIAUGUE (PERIODE 1963- 1970)  | 40  |
| TABL. 10 - RELEVES D'EXTRACTION GUIAUGUE (PERIODE 1981 - 1986)  | 46  |
| TABL. 11 - RELEVES D'EXTRACTION GUIAUGUE (PERIODE 1987 - 1994)  | 54  |
| TABL. 12 - RESULTATS D'ANALYSES GRANULOMETRIQUES (BARRAGE DE CHATRE SUR CHER – 41)  | 64  |
| TABL. 13 - RESULTATS DES ANALYSES GRANULOMETRIQUES  | 67  |
| TABL. 14 - VALEURS CARACTERISTIQUES GRANULOMETRIQUES DES POINTS PRELEVES  | 68  |
| TABL. 15 - ESTIMATION DE TRANSPORT SOLIDE OU DE CAPACITE DE TRANSPORT POUR DIFFERENTES CONFIGURATIONS (EN M <sup>3</sup> /AN)               | 77  |
| TABL. 16 - ESTIMATION DE TRANSPORT SOLIDE OU DE CAPACITE DE TRANSPORT POUR LA CONFIGURATION DE 2009, PERIODE LONGUE (EN M <sup>3</sup> /AN) | 87  |
| TABL. 17 - IMPACT HYDRAULIQUE ESTIME EN 2019  | 90  |
| TABL. 18 - ELEMENTS TRACES – RESULTATS D'ANALYSE  | 92  |
| TABL. 19 - DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES DES SEDIMENTS PRESENTS DANS LA RETENUE DE ROCHEPINARD – RESULTATS D'ANALYSE                            | 92  |
| TABL. 20 - AUTORISATION DE POMPAGE DANS LE CHER NON CANALISE  | 94  |
| TABL. 21 - AUTORISATION DE POMPAGE DANS LE CHER CANALISE  | 94  |
| TABL. 22 - AAPPMA SUR LE CHER   | 97  |
| TABL. 23 - RESULTATS ANALYSES QUALITES 2011-2013 SUR LE CHER CANALISE FRGR0150C   | 107 |
| TABL. 24 - OBJECTIF DU SDAGE  | 110 |
| TABL. 25 - CARACTERISATION 2013 DU RISQUE 2021  | 110 |

## FIGURES

|          |  |    |
|----------|--|----|
| FIG. 1.  | PLAN DE SITUATION  | 8  |
| FIG. 2.  | PLAN DE LOCALISATION   | 9  |
| FIG. 3.  | FORCES HYDRAULIQUES (1932)   | 12 |
| FIG. 4.  | EVOLUTION DU LIT DU CHER DANS LA TRAVERSEE DE TOURS  | 13 |
| FIG. 5.  | COUPE DU BARRAGE DE ROCHEPINARD – RIVE DROITE  | 15 |
| FIG. 6.  | VUE EN PLAN DU BARRAGE DE ROCHEPINARD – RIVE DROITE  | 15 |
| FIG. 7.  | PROFIL EN TRAVERS AU DROIT DU BARRAGE DE ROCHEPINARD (RIVE DROITE)   | 16 |
| FIG. 8.  | COUPE DU BARRAGE DE LA BELLE FILLE – RIVE GAUCHE   | 16 |
| FIG. 9.  | PROFIL EN TRAVERS AU DROIT DU BARRAGE DE ROCHEPINARD (RIVE GAUCHE)   | 17 |
| FIG. 10. | VUE AERIENNE DE LA RIVIERE DE CONTOURNEMENT  | 17 |
| FIG. 11. | ALIMENTATION DU PETIT CHER VIA LE LAC DE SAINT AVERTIN   | 18 |
| FIG. 12. | LOCALISATION DES OUVRAGES STRUCTURANTS   | 20 |
| FIG. 13. | VUE EN PLAN DU BARRAGE DE ROUJOUX  | 21 |
| FIG. 14. | BARRAGE DE LARÇAY  | 22 |
| FIG. 15. | BARRAGE GRAND MOULIN   | 25 |
| FIG. 16. | BARRAGE SAVONNIERES  | 27 |
| FIG. 17. | BASSIN VERSANT DU CHER   | 28 |
| FIG. 18. | BASSIN VERSANT DU CHER AVAL ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE   | 28 |
| FIG. 19. | GRAPHE DES ECOULEMENTS MENSUELS  | 29 |
| FIG. 20. | GRAPHE DES DEBITS CLASSES  | 31 |
| FIG. 21. | CARTOGRAPHIE DE L'ALEA – LE CHER A TOURS (PROVISOIRE)  | 34 |
| FIG. 22. | LIGNES D'EAU EN CRUE VAL DE TOURS – SOURCE EDD 2013  | 35 |
| FIG. 23. | LIGNES D'EAU RELEVÉES PAR LA DREAL   | 36 |
| FIG. 24. | LOI HAUTEUR/DEBIT EN AVAL DU BARRAGE DE ROCHEPINARD (PONT SANITAS)   | 36 |
| FIG. 25. | CARTE GEOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE  | 37 |
| FIG. 26. | PROFIL EN LONG DU CHER   | 38 |
| FIG. 27. | PROFIL EN LONG DES GRANDES FORCES HYDRAULIQUES DEPUIS L'AMONT DU CANAL DU BERRY A LA LOIRE   | 39 |
| FIG. 28. | EVOLUTION DU LIT DU CHER ENTRE 1956 ET 1981 (TRAVERSEE DE TOURS)   | 42 |
| FIG. 29. | EVOLUTION DES FONDS DANS LA RETENUE DE ROCHEPINARD ENTRE 1970 ET 1986 (1989)   | 43 |
| FIG. 30. | EVOLUTION SUPPOSEE DES FONDS EN AVAL DE ROCHEPINARD ENTRE 1932 ET 1988   | 44 |
| FIG. 31. | PLAN D'EAU D'AVIRON EN 1984  | 44 |
| FIG. 32. | ZONE DE DRAGAGE AUTORISEE (EXTRAIT PLAN DE 1987)   | 45 |
| FIG. 33. | ZONE DE CURAGE (1985-1986)   | 47 |
| FIG. 34. | PHOTO AERIENNE DE 1986, PRISE PENDANT L'OPERATION DE CURAGE  | 47 |
| FIG. 35. | FONDS DE LA RETENUE AVANT ET APRES TRAVAUX DE CURAGE DE 1985-1986  | 48 |
| FIG. 36. | LOCALISATION DES TRAVAUX DE CONFORTEMENTS DE BERGE ET DU BARRAGE DE LARÇAY (1987)  | 48 |
| FIG. 37. | PLAN DU SEUIL PARAFOUILLE EN AVAL IMMEDIAT DU BARRAGE DE LARÇAY (1987)   | 49 |
| FIG. 38. | BILAN DE L'EVOLUTION DU LIT ENTRE 1971 ET 1985   | 50 |
| FIG. 39. | EVOLUTION DES FONDS DANS LA RETENUE DE ROCHEPINARD ENTRE 1986 ET 2002  | 51 |
| FIG. 40. | EVOLUTION DES FONDS EN AVAL DE ROCHEPINARD ENTRE 1988 ET 1995  | 52 |
| FIG. 41. | EVOLUTION DU LIT DU CHER ENTRE 1981 ET 2001 (AVAL PONT SAINT SAUVEUR)  | 53 |
| FIG. 42. | BILAN DE L'EVOLUTION DU LIT ENTRE 1985 ET 2002   | 55 |
| FIG. 43. | EVOLUTION DES FONDS DANS LA RETENUE DE ROCHEPINARD ENTRE 2002 ET 2009  | 56 |
| FIG. 44. | EVOLUTION DES FONDS EN AVAL DE ROCHEPINARD ENTRE 1988 ET 2009  | 57 |
| FIG. 45. | BILAN DE L'EVOLUTION DU LIT ENTRE 2002 ET 2009   | 58 |
| FIG. 46. | LIGNES D'EAU D'ETIAGE DE LA LOIRE  | 59 |
| FIG. 47. | LOCALISATION DES POINTS DE PRELEVEMENTS  | 65 |
| FIG. 48. | CAROTTES REALISEES AU DROIT DU POINT 3   | 65 |
| FIG. 49. | CAROTTES REALISEES AU DROIT DU POINT 1   | 66 |
| FIG. 50. | PRELEVEMENT AU DROIT DU POINT 2  | 66 |
| FIG. 51. | PHOTOGRAPHIE DES MATERIELS DE PRELEVEMENT  | 67 |
| FIG. 52. | GRANULOMETRIE DES TROIS PRELEVEMENTS   | 68 |
| FIG. 53. | LIGNES DE CHARGE DES DEUX VARIANTES CONSIDEREES AVANT TRAVAUX DE RECALIBRAGE   | 71 |
| FIG. 54. | LIGNES DE CHARGE DES DEUX VARIANTES CONSIDEREES APRES TRAVAUX DE RECALIBRAGE   | 72 |
| FIG. 55. | LIGNES DE CHARGE POUR L'ETAT DU LIT DE 2009  | 73 |
| FIG. 56. | VARIATION DE LA PENTE DE LA LIGNE D'ENERGIE EN AMONT DU BARRAGE DE LARÇAY  | 74 |
| FIG. 57. | VARIATION DE LA PENTE DE LA LIGNE D'ENERGIE ENTRE LE BARRAGE DE LARÇAY ET L'AMONT DU BASSIN D'AVIRON                               | 74 |
| FIG. 58. | VARIATION DE LA PENTE DE LA LIGNE D'ENERGIE EN AMONT ET EN AVAL DU BARRAGE DE ROCHEPINARD  | 76 |
| FIG. 59. | VOLUMES TRANSPORTES PAR DEBITS CLASSES, BIEF DE LARÇAY, CONFIGURATION 1932   | 77 |
| FIG. 60. | ESTIMATION DE TRANSPORT SOLIDE OU DE CAPACITE DE TRANSPORT POUR DIFFERENTES CONFIGURATIONS   | 78 |
| FIG. 61. | EXTRAIT ANALYSE DIACHRONIQUE   | 80 |
| FIG. 62. | SITUATION DU VIRAGE DE L'ECORCHEVEAU ET DU TRONÇON DE BERGE EXPOSE A L'EROSION   | 82 |
| FIG. 63. | CHEMIN LE LONG DE LA BERGE ET EROSION (SOUS-CAVAGE) AU NIVEAU DE LA RETENUE NORMALE  | 82 |
| FIG. 64. | MODELISATION TRI-DIMENSIONNELLE D'UN COUDE, ET CARTOGRAPHIE DES VITESSES TRANSVERSALES DANS UNE SECTION (EXEMPLE DE LA CEZE, GARD) | 83 |
| FIG. 65. | EVOLUTION DU PROFIL EN TRAVERS DU CHER AU DROIT DU VIRAGE DE L'ECORCHEVEAU (PT 9)  | 84 |

**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

**RAPPORT FINAL**

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| FIG. 66. | FETCH FACE AU VIRAGE DE L'ECORCHEVEAU ET ROSE DES VENTS A TOURS _____  | 85  |
| FIG. 67. | SCHEMA DE L'EROSION DUE AU BATILLAGE _____   | 85  |
| FIG. 68. | LIGNES D'EAU CALCULEES PAR MODELISATION SIMPLIFIEE POUR LA CONFIGURATION DE 2009 ET LES<br>CRUES DE 1500 ET 1700 M <sup>3</sup> /S _____ | 87  |
| FIG. 69. | PROFIL EN LONG DU FOND MOYEN ESTIME EN 2019 EN AMONT DU BARRAGE DE ROCHEPINARD _____   | 88  |
| FIG. 70. | LIGNES D'EAU POUR LES CRUES DE 1 500 ET 1 700 M <sup>3</sup> /S, EN 2009 ET EN SITUATION ESTIMEE 2019 _____                              | 89  |
| FIG. 71. | PERIMETRE DE PROTECTION, CAPTAGE AEP SAINT SAUVEUR _____   | 93  |
| FIG. 72. | OUVRAGES DE LA BASE DE DONNEES DU SOUS-SOL (SOURCE BRGM) _____   | 95  |
| FIG. 73. | SITES ENVISAGES POUR LA REALISATION D'AMENAGEMENT D'ANNEXES HYDRAULIQUES _____   | 98  |
| FIG. 74. | EXTRAIT CARTOGRAPHIE WWW.VOIE VERTES.COM _____   | 104 |
| FIG. 75. | ZONES CONCERNEES PAR LA JUSSIE _____   | 108 |
| FIG. 76. | PROFIL EN TRAVERS DU PONT DE VERETZ _____  | 2   |
| FIG. 77. | PROFIL EN TRAVERS DU PONT TGV A LARÇAY _____   | 3   |
| FIG. 78. | PROFIL EN TRAVERS DU PONT ARCOLE _____   | 4   |
| FIG. 79. | PROFIL EN TRAVERS DU PONT DE L'AUTOROUTE A10 _____   | 5   |
| FIG. 80. | PROFIL EN TRAVERS DU PONT SNCF TOURS - RD _____  | 6   |
| FIG. 81. | PROFIL EN TRAVERS DU PONT SNCF TOURS - RG _____  | 7   |
| FIG. 82. | PROFIL EN TRAVERS DU PONT SANITAS _____  | 9   |
| FIG. 83. | PROFIL EN TRAVERS DU PONT SAINT-SAUVEUR _____  | 11  |
| FIG. 84. | PROFIL EN TRAVERS DU PONT DE LA ROCADE OUEST A LA RICHE _____  | 12  |
| FIG. 85. | PROFIL EN TRAVERS DU PONT DE SAVONNIERES _____   | 13  |

# 1. INTRODUCTION

Le projet d'aménagement de la vallée du Cher dans la traversée de Tours a pris naissance en 1963. Il avait essentiellement pour but la récupération de terrains inondables par des remblais et des endiguements, et de compenser cette récupération par une rectification et un élargissement du lit mineur. Deux barrages à clapets ont été aménagés sur chacun des bras du Cher rescindé formant en amont le plan d'eau de Rochepinard.

Ces travaux ont totalement modifié la dynamique fluviale du cher et une accumulation de sédiments est constatée dans la retenue du plan d'eau.

Cet ensablement soulève des interrogations :

- Effet du rehaussement du lit sur le développement de la végétation des îles et la ligne d'eau en crue et en corollaire sur le risque inondation,
- Stabilité des ouvrages hydrauliques (affouillement en pied de digue, érosion régressive aux abords du barrage de Larçay),
- Pérennité de la pratique quotidienne des sports et Loisirs nautiques,

Par ailleurs, la Directive Cadre Européenne (DCE - n°2000/60/CE du 23 octobre 2000) fixe comme objectif l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau. Les politiques de gestion des cours d'eau, à travers le SDAGE ou via le Grenelle de L'Environnement, s'orientent ainsi vers l'amélioration de l'état chimique et de l'état écologique des rivières.

Les axes de travail afin d'atteindre cet objectif de bon état écologique sont aujourd'hui liés :

- au fonctionnement morfo-sédimentaire naturel des cours d'eau ;
- à la continuité écologique : libre circulation des sédiments et transparence piscicole (ce deuxième volet trouve une réponse dans la réalisation de la rivière de contournement au sein de l'île Balzac).

Outre l'atteinte du bon état écologique, les évolutions/perturbations morphologiques de la rivière peuvent engendrer des désordres en regard desquels il convient de proposer une gestion efficace et pertinente, par exemple et dans le cas présent les problématiques d'ensablement, d'érosion de berges, d'incision du lit menaçant la stabilité des berges et des ouvrages, l'augmentation du risque d'inondation lié à l'exhaussement du lit, etc.

C'est dans ce cadre que l'Etablissement Public Loire a lancé une étude géomorphologique du cher dans la traversée tourangelle dont les objectifs sont :

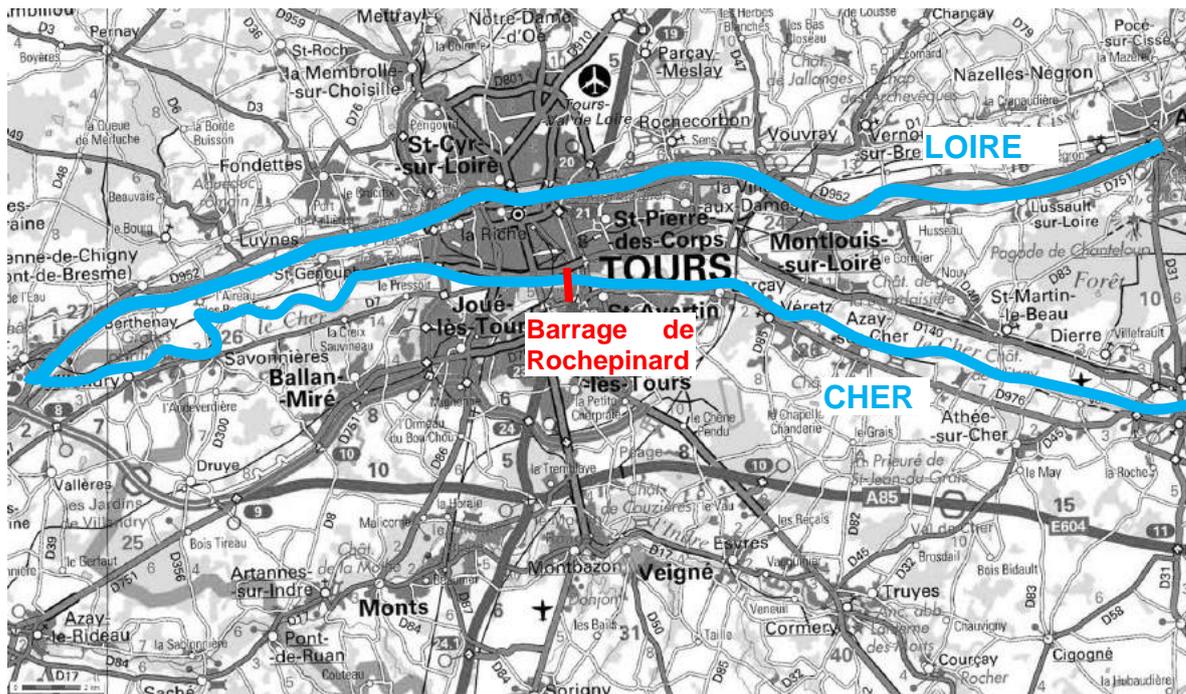
- de quantifier et identifier les causes des ajustements géomorphologiques du Cher sur la période historique (1950-2014) et récente (2002-2014), et plus précisément le phénomène de sédimentation dans la zone située en amont des barrages de Rochepinard,
- de clarifier les enjeux (inondation, stabilité des ouvrages, contraintes réglementaires, etc.) et de définir un ou plusieurs scénario(s) d'intervention visant à concilier à court terme la dynamique sédimentaire du Cher avec ces enjeux,
- de proposer des éléments pour la gestion de la dynamique sédimentaire du Cher dans la zone tourangelle permettant de concilier à moyen terme les usages et la préservation des milieux aquatiques.

**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic  
**RAPPORT FINAL**

La mission se décompose en une tranche ferme et une tranche conditionnelle :

- Tranche ferme : Etat des lieux et diagnostic du fonctionnement hydro-sédimentaire et morphologique du cher (Phase 1 et 2) ;
- Tranche conditionnelle : Elaboration d'un plan de gestion durable du transport solide (Phase 3) ;

**Le présent rapport constitue le rendu final de la tranche ferme.**

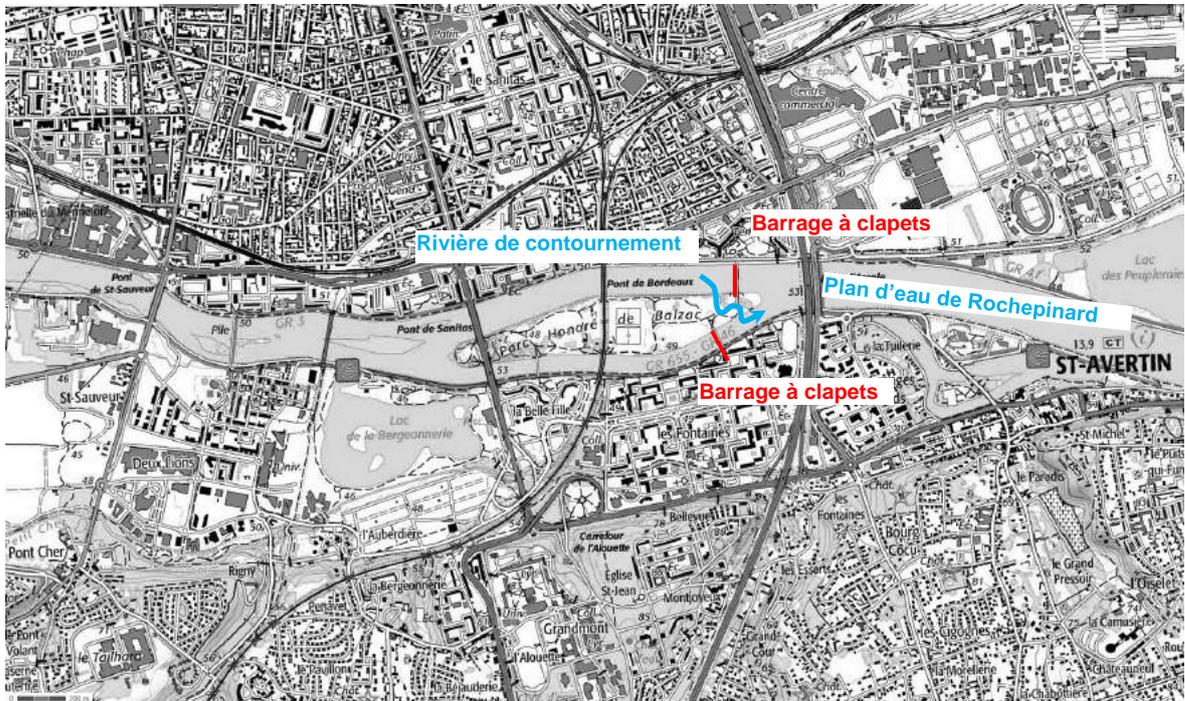


**Fig. 1. Plan de situation**

# ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

RAPPORT FINAL



**Fig. 2. Plan de localisation**

## 2. LE CHER

*Extrait « Cahier Nantais n°40 » - Yves Babonaux Professeur émérite – Université Paris I*

### 2.1. LE CHER CANALISE

Le Cher est une belle rivière. Large en Touraine d'une centaine de mètres, il coule, tranquille, dans le simple décor de ses berges boisés. Il somnole, apparemment inutile.

Pourtant, **les marques d'un passé marchand actif sont partout présentes**. Plusieurs dizaines de toponymes portuaires jalonnent son cours de Vierzon à son confluent en Loire ; **quatorze barrages écluses le coupent de Saint-Romain-sur-Cher à Tours** ; de longues sections des chemins de halage, sur la rive droite, et de contre-halage, sur la rive gauche, sont toujours visibles ; le Cher était, par son tracé, la voie obligée des produits berrichons – fers, fontes, porcelaines, céramiques, poteries, verreries, bois, vins – vers la grande batellerie ligérienne, qui les répandait dans l'immense hinterland qu'elle couvrait de l'Atlantique, par Nantes, à Paris, par Orléans.

Dans l'hiver 1789-1790, l'Assemblée constituante substitue les départements aux provinces, Montrichard n'hésite pas à lâcher sa vieille Touraine pour se donner au Loir-et-Cher sur une promesse de Blois de lui ouvrir, pour le transport de ses vins, une route directe jusqu'à ses quais, ramenant la liaison entre les deux villes de 136 km par eau (par le confluent à Cinq-Mars-la-Pile) à 34 par terre.

A un moment où la machine à vapeur révolutionnait l'industrie et le transport, le Cher allait bénéficier, sous la Restauration et le Monarchie de Juillet, d'améliorations d'autant plus pressantes que c'était tout le Berry industriel qui, enclavé, était l'objet d'attentions particulières en matière de voies d'eau. En 1819, une ordonnance royale prescrivait l'ouverture d'une « liaison navigable Méditerranée-Atlantique par le bassin de la Loire ». **En 1828, la réalisation d'un petit canal de 2,5 km reliant Loire et Cher entre Tours et Saint-Pierre-des-Corps (canal du Duc du Berry) réduisait de 40 km le trajet fluvial par le confluent**. En Berry étaient ouverts, entre 1831 et 1839, le canal latéral à la Loire de Briare à Digoin (196 km) et les trois branches du canal du Berry (261 km) s'articulant en Vallée de Germigny vers Saint-Amand-Montrond et Montluçon, vers le canal latéral (Marseilles-lès-Aubigny) par La Guerche et vers le Cher (Noyers, face à Saint-Aignan) par Bourges et Vierzon. **Sur le Cher lui-même, quatorze barrages-écluses exécutés entre 1836 et 1841 régularisaient les eaux jusqu'à Tours (58 km)**.

### 2.2. LE CHER DELAISSE

**L'ère marchande du Cher canalisé devait durer un siècle**. Sa navigation, même éprouvée par le brutal déclin de la batellerie en Loire, était en relations suivies avec les canaux du Berry. Un commerce actif, de matériaux de construction et de bois surtout, animait ses ports. Il était même assez soutenu pour montrer, à l'usage, les insuffisances des aménagements réalisés, conçus sur le petit modèle berrichon (écluses de 28 mètres sur 2,70 m ne livrant passage qu'à des « flûtes ») et justifier, en 1879, leur mise au « gabarit Freycinet » (écluses de 38,50 mètres sur 5,20). Malheureusement, les canaux du Berry n'ayant pas été inscrits au programme Freycinet, les travaux sur le Cher étaient largement inopérants et les plus gros bateaux condamnés au va-et-vient entre les deux écluses terminales. La commande des barrages - on « débarrait » en automne pour éviter les crues d'hiver, on « rebarrait » au printemps pour soutenir les étiages d'été – ne palliait pas non plus les maigres prolongés de saison chaude auxquels ne remédiait aucun réservoir. Le trafic fléchissant alors qu'on aurait pu en attendre au moins le maintien, une décision ministérielle du 17 juillet 1896 réduisait de 2 à 1 éclusier le service et l'entretien des barrages.

---

La vieille concurrence du rail, la jeune concurrence de la route, la crise mondiale des années trente, emportaient entre les deux guerres ce qui restait d'une infrastructure devenue désuète et d'une activité devenue moribonde. En 1950, « faute de navigation », constatait l'Etat, le Cher canalisé était déclassé. Quant au canal du Duc du Berry à Tours, beaucoup plus connu des pêcheurs à la ligne et des baigneurs du plongeur de Rochepinard que des marinières, il était comblé dans les années soixante et guide, depuis, le tracé de l'autoroute A10 Aquitaine dans la traversée de l'agglomération.

### **2.3. LE CHER REHABILITE**

A des titres divers, élus communaux, conseillers généraux, représentants d'associations, particuliers, s'empressèrent de réagir contre le déclassement du Cher en 1950. Dès 1953, deux syndicats de communes se constituaient pour mettre ce « patrimoine fluvial » au service du « tourisme nautique » : des mots neufs à l'époque.



**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

**RAPPORT FINAL**

Au lendemain de la Seconde Guerre Mondiale, le développement de Tours a conduit à l'extension de l'urbanisation dans sa partie Sud, autour de la Vallée du Cher.

Un projet d'aménagement de la Vallée du Cher est engagé en 1966 : construction des quartiers du « Front du Cher », des « Fontaines », d'un espace de loisirs avec lacs, conduisant à la réduction quasi-totale du champ d'inondation du Cher et à la canalisation de la rivière entre deux levées.

Le parti retenu fut de rectifier le cours du Cher en court-circuitant les boucles de Saint-Avertin, et en aménageant un bief canalisé deux fois plus large que l'ancien lit, afin de continuer à faire passer le débit de crue sans surélévation des niveaux en amont.

Un scindement du Cher en deux bras contournant une nouvelle Ile « le Parc Honoré de Balzac » est réalisé.

Le maintien du plan d'eau à son niveau initial est assuré par l'aménagement de deux barrages mobiles automatiques sur chaque bras du Cher nouvellement créé, en remplacement de l'ancien barrage à aiguilles.

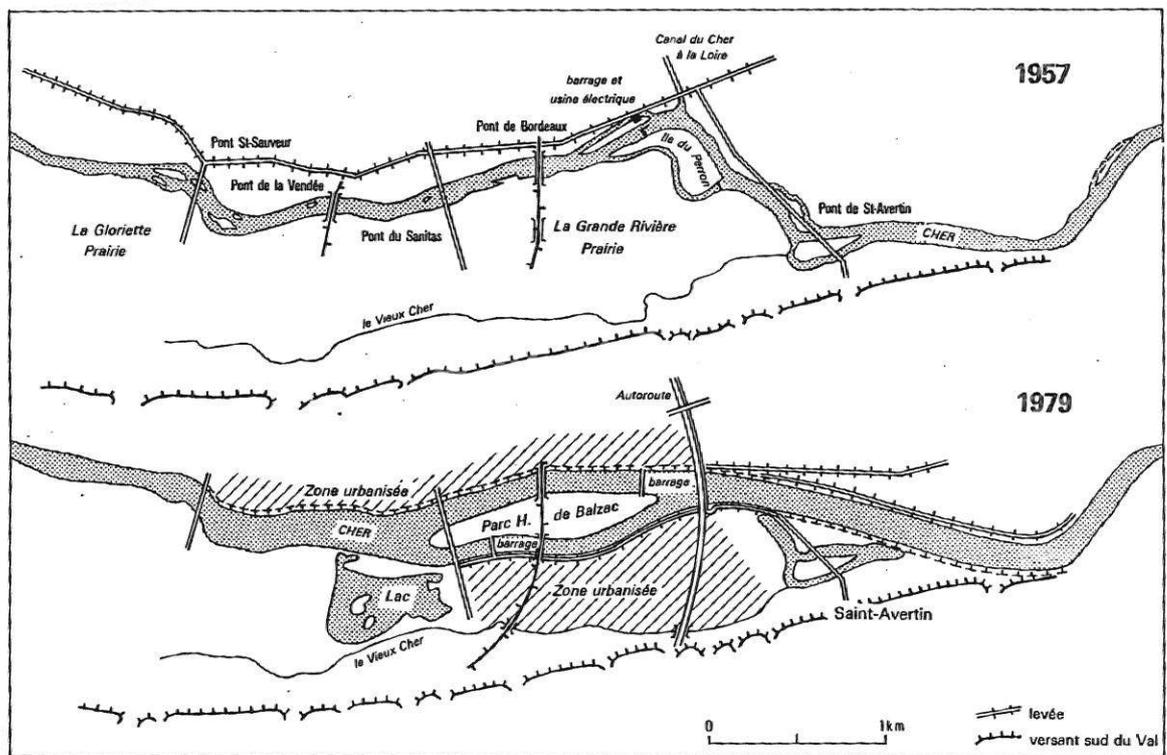


ILLUSTRATION N° 1 : évolution du lit du CHER dans l'agglomération tourangelle (d'après B.ROMER, 1979)

**Fig. 4. Evolution du lit du Cher dans la traversée de tours**

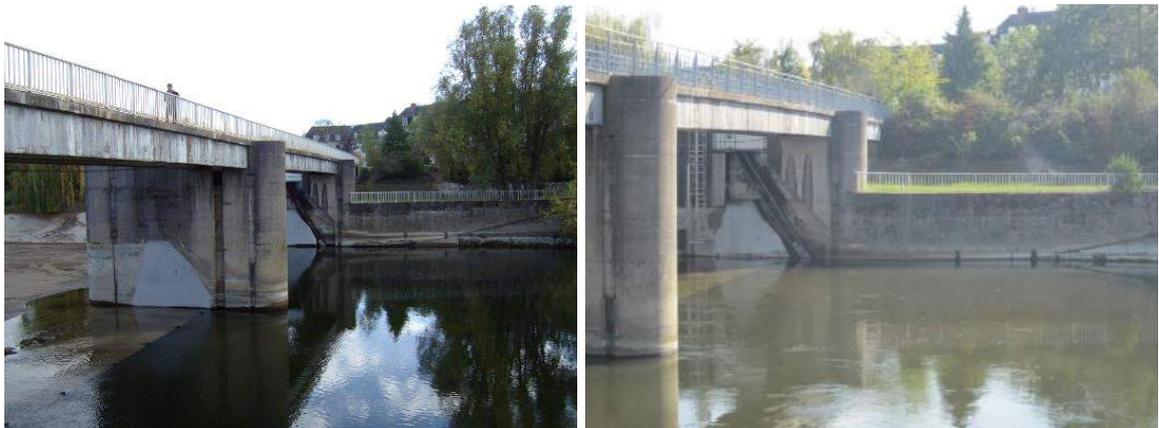
### 3.2. LE BARRAGE

Le barrage de Rochempinard est un barrage mobile à clapets automatiques.

En rive droite à l'île Honoré de Balzac, l'ouvrage, autrement appelé Grand Barrage, est constitué de 4 clapets d'environ 28 m de large chacun. En rive gauche, le bras étant plus étroit, le Petit Barrage, aussi appelé Barrage de la Belle Fille est constitué de 2 clapets de 30 m de large chacun.



Clapets rive droite



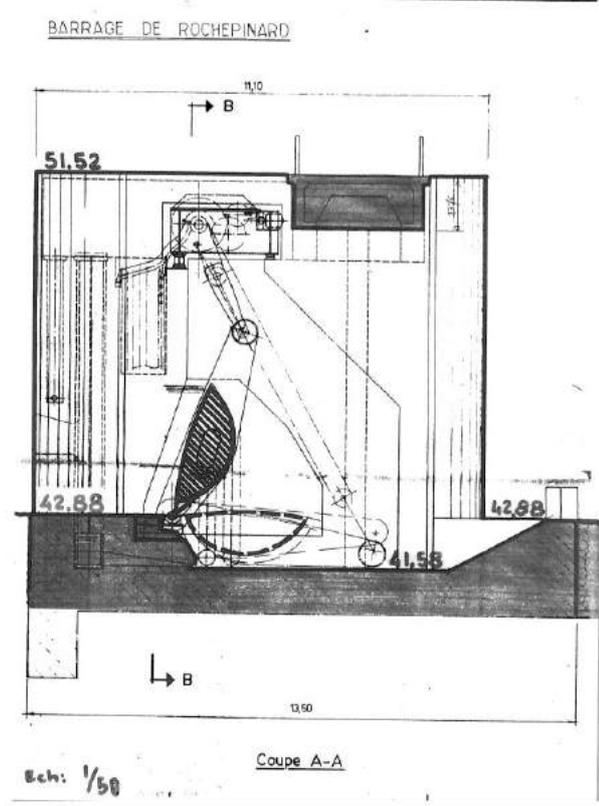
Clapets rive gauche

Le radier des clapets est calé à 42,88 m NGF en rive droite et 42,58 m NGF en rive gauche.

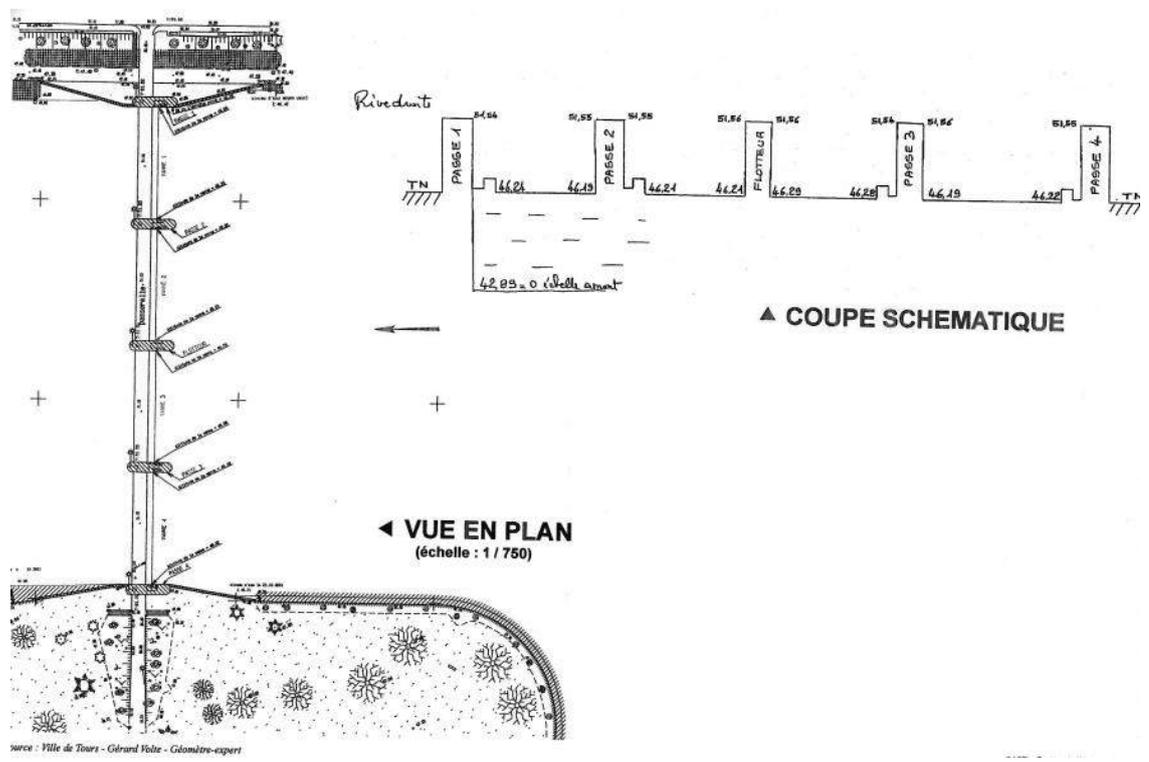
**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

**RAPPORT FINAL**



**Fig. 5. Coupe du barrage de Rochepinard – rive droite**



**Fig. 6. Vue en plan du barrage de Rochepinard – rive droite**





**Fig. 9. Profil en travers au droit du barrage de Rochepinard (Rive gauche)**

### 3.3. LA RIVIERE DE CONTOURNEMENT

Une rivière de contournement et de pratique d'eaux vives a été mise en eau en avril 2011. Elle permet la migration des poissons au droit de cet ouvrage, qui était alors infranchissable hors période de chômage du Cher.



**Fig. 10. Vue aérienne de la rivière de contournement**



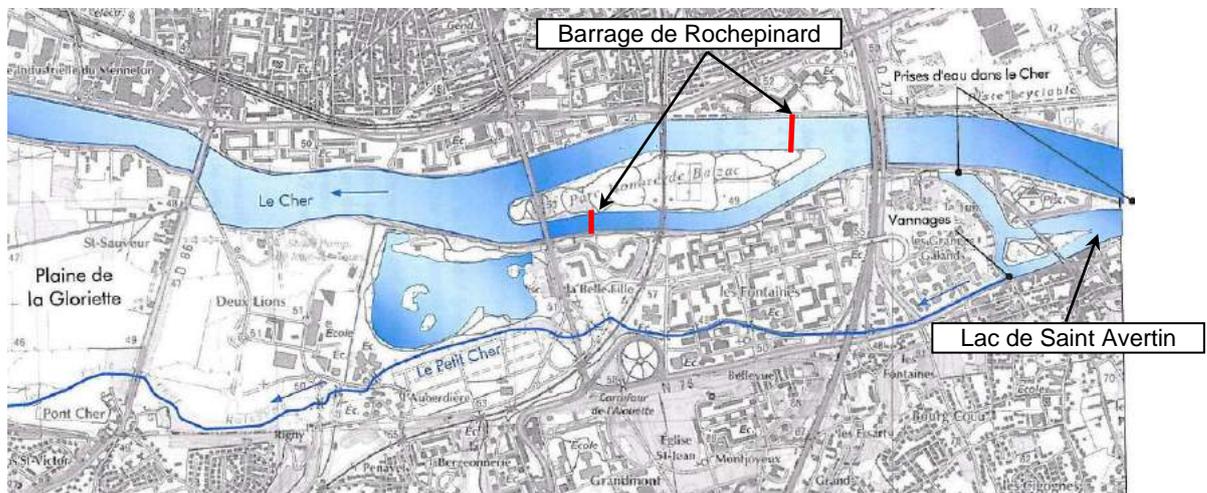
Photographie - ONEMA

### 3.4. MODE ACTUEL DE GESTION

Le niveau historique de retenue légale s'établit à 45,95 m NGF LALLEMAND, soit 46,18 m NGF IGN 69.

Depuis 2010, la ville de Tours a obtenu l'autorisation de remonter ce niveau à 46.35 m NGF IGN 69 afin d'augmenter le débit d'alimentation du Petit Cher.

En effet, l'alimentation du Petit Cher s'effectue via le lac de Saint-Avertin par des prises d'eaux situées sur le Cher de type à niveau aval constant (AVIO).



**Fig. 11. Alimentation du Petit Cher via le lac de Saint Avertin**

En crue, les clapets s'abaissent progressivement un par un, en commençant par les clapets du Grand Barrage afin de maintenir le niveau normal de la retenue, jusqu'à affalement total si nécessaire. La consigne du niveau d'eau est mesurée en amont immédiat du grand barrage.

Chaque année, une période de chômage du Cher est planifiée aux mois de septembre /octobre, afin de permettre les visites de contrôles sur les différents barrages (Grand Moulin, Rochempinard, Larçay, Veretz, Nitray, Vallet, Bléré..) ainsi que les travaux d'entretien ou de confortement.

## 4. AUTRES OUVRAGES STRUCTURANTS

L'étude porte sur la partie du Cher s'écoulant entre Veretz et la confluence avec la Loire.

Sur ce linéaire, 12 autres ouvrages (barrages, ponts) pouvant avoir un impact sur le transport solide de la rivière et/ou l'évolution géomorphologique du cours d'eau (approfondissement, engravement, divagation) sont identifiés.

Le point kilométrique de chaque ouvrage est détaillé dans le tableau suivant, le point 0 étant pris à la confluence avec la Loire.

| PK          | OUVRAGE                              |
|-------------|--------------------------------------|
| 31,1        | <b>Barrage de Roujoux (Veretz)</b>   |
| 29          | Pont de Larçay                       |
| 27,4        | Viaduc TGV                           |
| 26,2        | <b>Barrage Larçay</b>                |
| 20,9        | Pont Arcole et pont autoroute A10    |
| <b>20,5</b> | <b><i>Barrage de Rochepinard</i></b> |
| 19,9        | Pont ferroviaire tours               |
| 19,3        | Pont Sanitas / avenue Grammont       |
| 18,7        | Pont tramway                         |
| 17,9        | Pont Saint Sauveur                   |
| 15,9        | Pont Rocade                          |
| 11,3        | <b>Barrage Grand Moulin</b>          |
| 5,4         | <b>Barrage Savonnières</b>           |
| 5,3         | Pont Savonnières                     |

AMONT

AVAL

**Tabl. 1 - Ouvrages structurants**

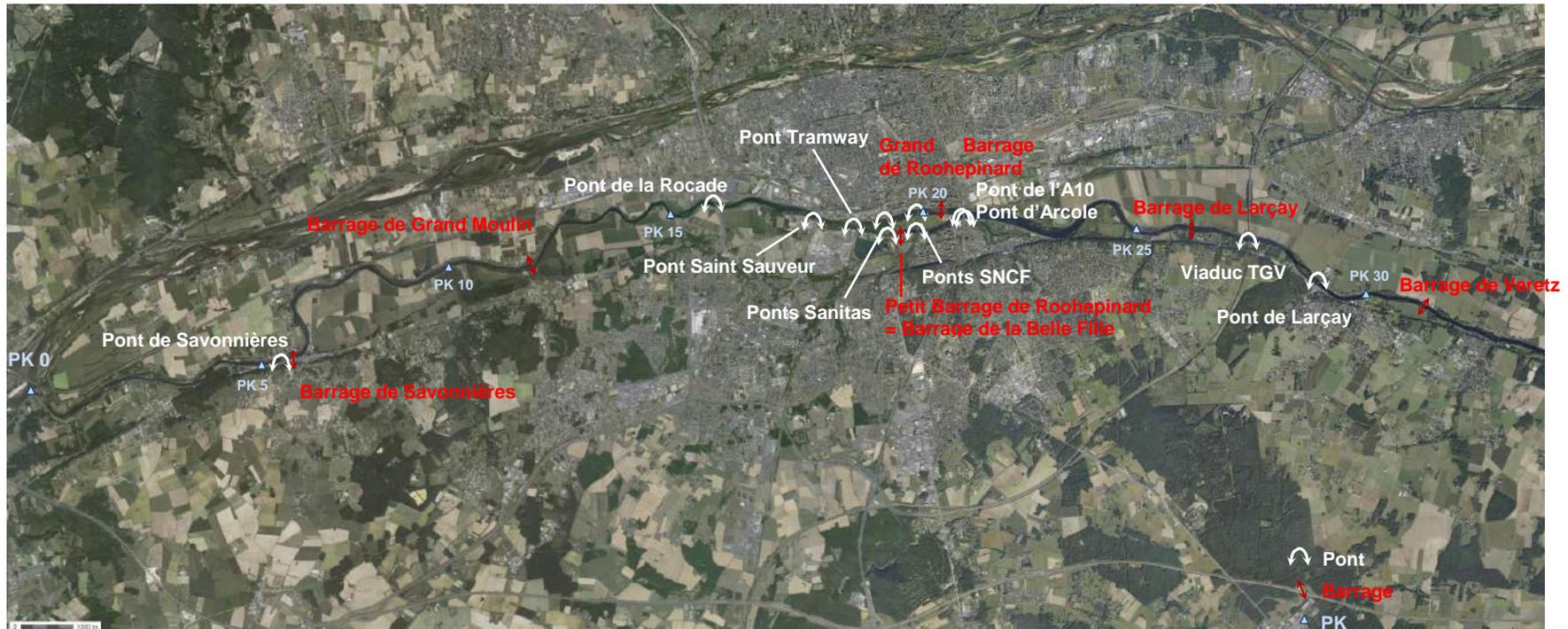
Seuls les barrages qui ont un impact direct sur le transport solide de la rivière sont présentés ci-après.

L'ensemble des ponts, qui contribuent à la stabilité en plan de la rivière et qui sont des indicateurs de l'évolution altimétrique de la rivière (de par l'observation de leurs fondations) sont présentés en annexe

1.

**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

**RAPPORT FINAL**

**Fig. 12. Localisation des ouvrages structurants**

#### 4.1. BARRAGE DE ROUJOUX – VERETZ – PK 31,1

Situé à environ 10,6 km en amont du barrage de Rocheminard, ce barrage est constitué :

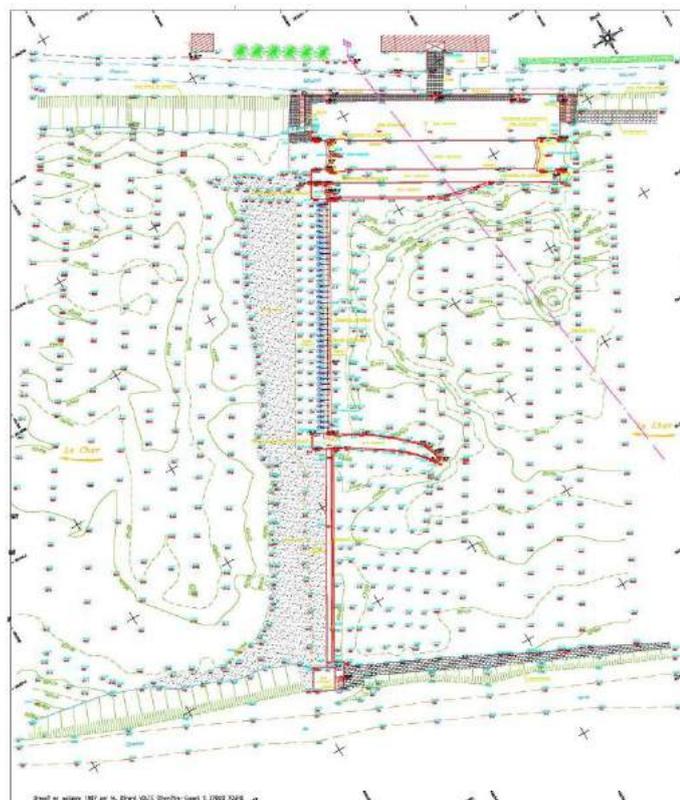
- d'un seuil fixe déversant en rive gauche d'une longueur d'environ 40 m calé à la cote 48,89 m NGF ;
- d'une partie amovible (aiguilles) sur une longueur d'environ 42 m, radier calé en moyenne à la cote 47,30 m NGF.
- d'une écluse en rive droite



*Aiguilles retirées*



*Ecluse en rive droite*

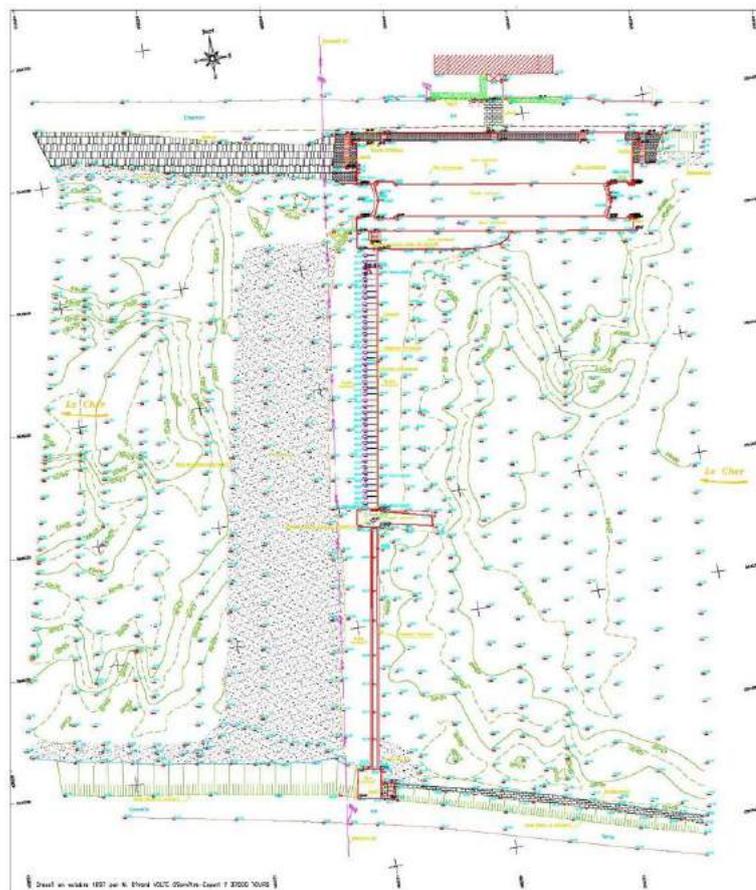


**Fig. 13. Vue en plan du barrage de Roujoux**

## 4.2. BARRAGE LARÇAY - PK 26,2

Situé à environ 5,7 km en amont du barrage de Rochepinard, ce barrage est constitué :

- d'un seuil fixe déversant en rive gauche d'une longueur d'environ 40 m calé à la cote 47,45 m NGF ;
- d'une partie amovible (aiguilles) sur une longueur d'environ 43 m, radier calé en moyenne à la cote 45,85 m NGF.
- d'une écluse en rive droite



**Fig. 14. Barrage de Larçay**

**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic  
**RAPPORT FINAL**

Le barrage de Larçay a connu d'importantes et régulières réparations dans les années 1980 par reprise en sous-œuvre de la partie aval, le radier étant sous-cavé et l'eau passant sous l'arrière radier, et la mise en place d'enrochements.



*Travaux de confortement du barrage de Larçay (1978)*



*Travaux de confortement du barrage de Larçay (1981)*



*Travaux de confortement du barrage de Larçay (1982)*



*Travaux de confortement du barrage de Larçay (1982)*

En 1987, de nouveaux travaux de confortements s'avèrent nécessaires et un seuil parafouille est a priori réalisé en aval immédiat afin de garantir sa pérennité.

#### **4.3. BARRAGE GRAND MOULIN – PK 11,3**

Situé à environ 9,2 km en aval du barrage de Rochepinard, ce barrage est constitué :

- d'une passe à poissons de 2,8 m de largeur, à la cote 42,65 m NGF ;
- un seuil de 190 m de largeur à la cote moyenne de 42,75 m NGF ;
- un seuil de 7 m équipé d'une vanne de régulation, à la cote 41,27 m NGF si celle-ci est ouverte et à la cote 43,39 m NGF si celle-ci est fermée ;
- une île de 150 m de largeur, à la cote 44,80 m NGF ;





#### 4.4. BARRAGE SAVONNIERE – PK 5,4

Le barrage de Savonnières est situé environ 15,1 km en aval du barrage de Rocheminard et à 5,4 km de la confluence avec La Loire.

De la rive droite vers la rive gauche, il est constitué :

- D'un seuil déversant à la cote 40,9 m NGF et d'une longueur de 5,30 m ;
- D'un passe à poissons calée à la cote 40,61 m NGF et d'une largeur de 2,3 m ;
- D'un seuil déversant à la cote 40,63 m NGF et d'une longueur de 60 m ;
- D'un seuil déversant à la cote 41,03 et d'une longueur de 43 m ;
- D'un bajoyer de 7 m de long calé à la cote 41,76 m NGF ;
- D'un clapet de 7 m de largeur et 1,6 m de haut, radier calé à la cote 40,39 m NGF ;
- D'une digue calée à la cote 41,76 m NGF et d'une longueur de 53 m ;
- D'un canal de 5,2 m de largeur calé à 40,47 m NGF.



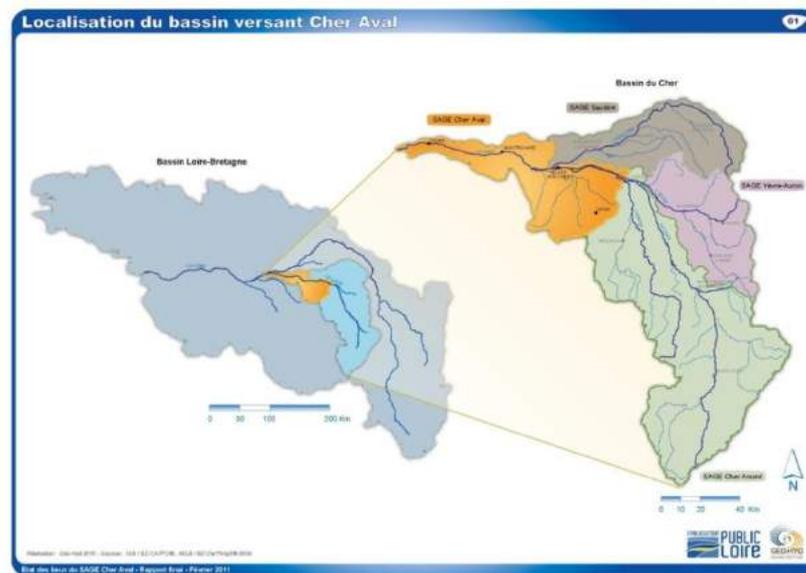


## 5. LES ECOULEMENTS DU CHER

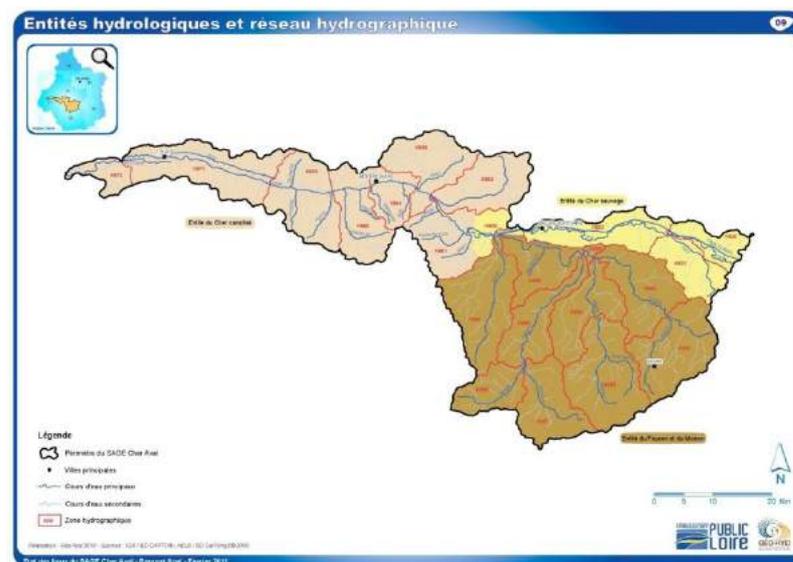
### 5.1. LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

La zone d'étude se situe sur le bassin versant du Cher, et plus particulièrement le bassin versant du Cher aval. Le bassin versant du Cher couvre 14 000 km<sup>2</sup>. Le Sage Cher aval correspond au Cher depuis Vierzon jusqu' à sa confluence avec le Loire (hormis le bassin de la Sauldre) il couvre une superficie de 2 370 km<sup>2</sup>.

Le Cher prend sa source à Mérinchal, dans le département de la Creuse, dans le Massif central, et se jette dans la Loire à Villandry, dans le département d'Indre-et-Loire.



**Fig. 17. Bassin versant du Cher**



**Fig. 18. Bassin versant du Cher aval et réseau hydrographique**

## 5.2. ANALYSE HYDROLOGIQUE

Une station de mesure est exploitée sur le Cher par la DREAL Centre à Tours, au Pont Saint Sauveur, environ 18 km à l'amont de la confluence avec la Loire. Cette station (code K6710910) couvre un bassin versant global de 13 620 km<sup>2</sup> et est exploitée depuis 2000. Elle a remplacé la station de jaugeage de Savonnières, située 12 km plus en aval (code K6720910, BV de 13 680 km<sup>2</sup>), exploitée depuis 1966.

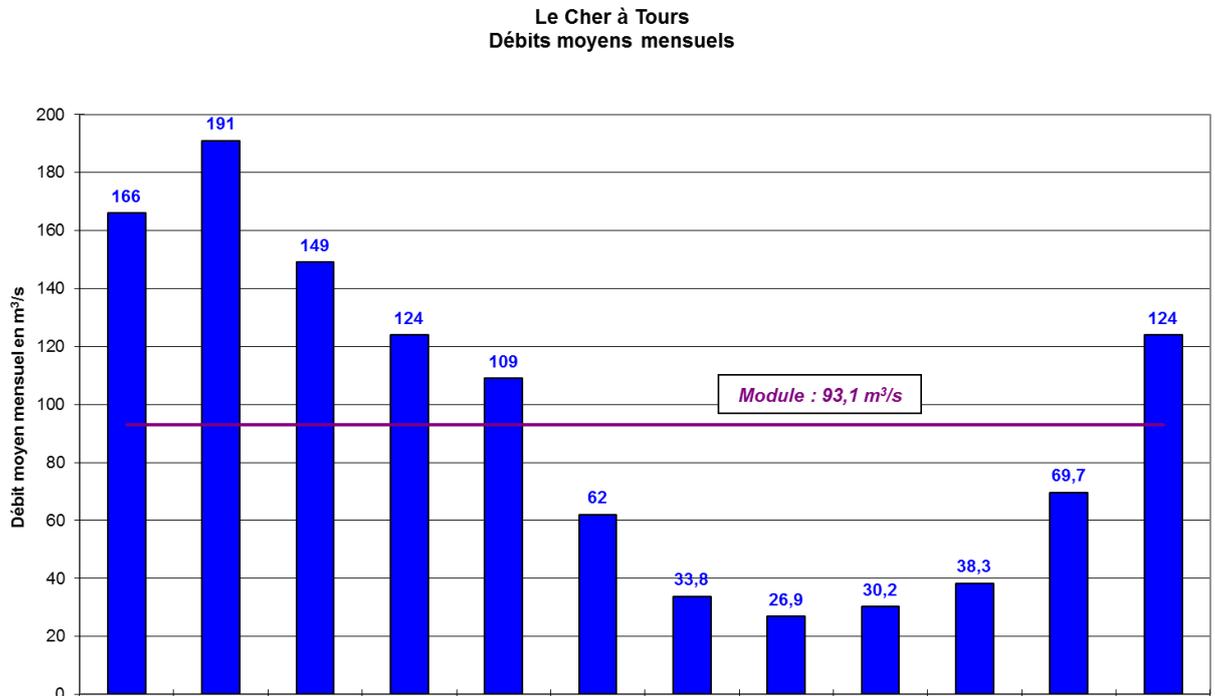
### 5.2.1. Les écoulements mensuels

Le débit moyen interannuel (ou module) est de 93,1 m<sup>3</sup>/s.

La période d'étiage s'étend sur une durée de 4 mois, juillet, août, septembre et octobre. Le débit moyen y reste en dessous de 38 m<sup>3</sup>/s. En hiver (mois de janvier, février et mars) le débit moyen dépasse les 150 m<sup>3</sup>/s.

| Mois                    | jan   | fév   | mars  | avril | mai   | juin | juil | août | sep  | oct  | nov  | déc | Année |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|-------|
| Débit m <sup>3</sup> /s | 166,0 | 191,0 | 149,0 | 124,0 | 109,0 | 62,0 | 33,8 | 26,9 | 30,2 | 38,3 | 69,7 | 124 | 93,1  |

**Tabl. 2 - Ecoulements mensuels (source Banque Hydro)**



**Fig. 19. Graphe des écoulements mensuels**

**5.2.2. Les étiages**

Les étiages les plus marqués descendent autour de 5 m<sup>3</sup>/s.

Le tableau suivant fournit les débits de basses eaux sur 3 et 10 jours consécutifs (VCN3 et VCN10) ainsi que sur le mois le plus sec (QMNA), pour des périodes de retour de 2 et 5 ans.

| Période de retour | VCN3<br>m <sup>3</sup> /s | VCN10<br>m <sup>3</sup> /s | QMNA<br>m <sup>3</sup> /s |
|-------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 2 ans             | 10,0                      | 13,0                       | 17,0                      |
| 5 ans             | 6,1                       | 8,5                        | 12,0                      |

**Tabl. 3 - Débits caractéristiques d'étiage (source Banque Hydro)**

**5.2.3. Les débits classés**

Les débits moyens journaliers sont classés pour définir le nombre de jours où un débit donné peut être ou non atteint en moyenne sur une année.

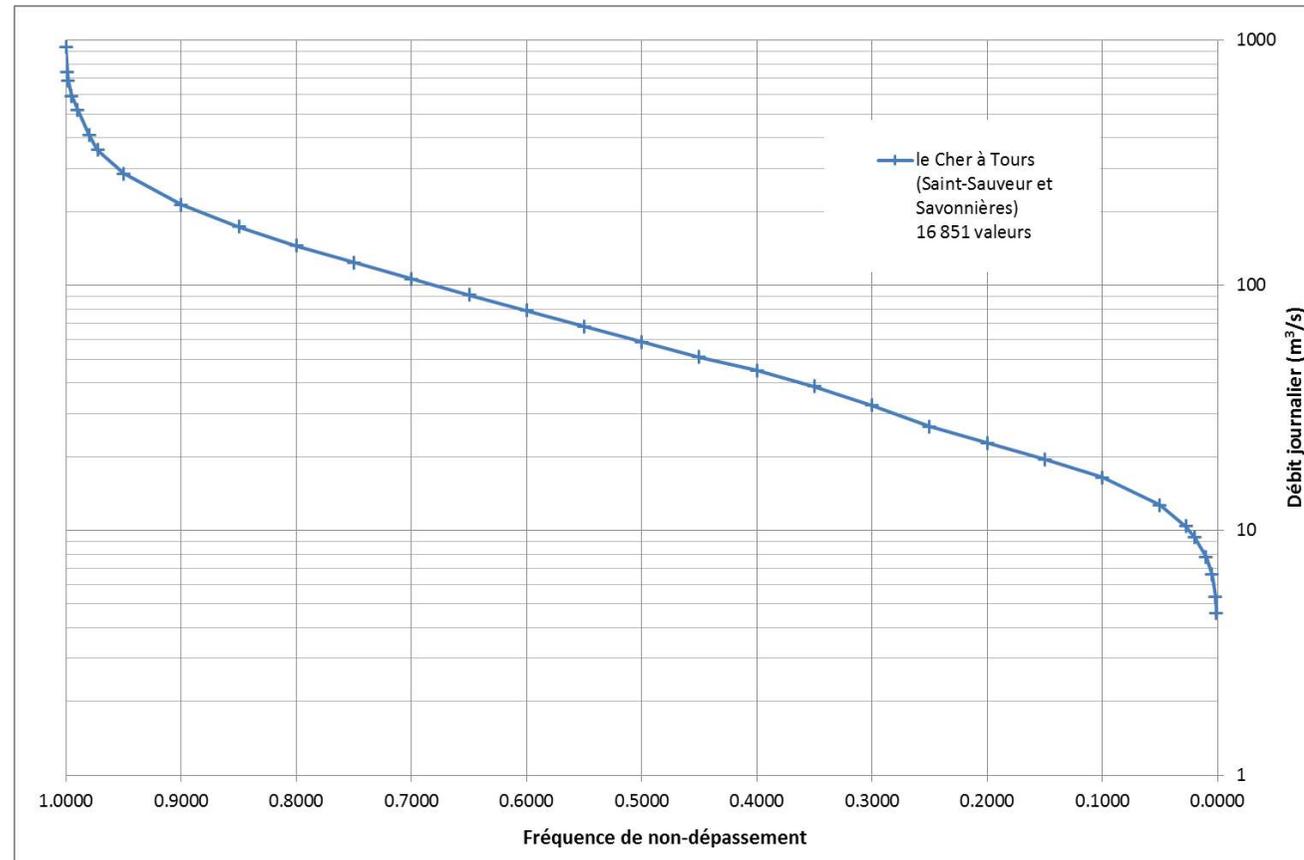
L'échantillon pour ce classement concerne 16 851 jours d'observations.

**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

**RAPPORT FINAL****Tabl. 4 - Tableaux des débits classés (source Banque Hydro)**

| Fréquence de non dépassement | Débit journalier (m <sup>3</sup> /s) |
|------------------------------|--------------------------------------|
| 1.0000                       | 935.0                                |
| 0.9990                       | 739.0                                |
| 0.9980                       | 681.0                                |
| 0.9950                       | 592.0                                |
| 0.9900                       | 520.0                                |
| 0.9800                       | 411.0                                |
| 0.9726                       | 357.0                                |
| 0.9500                       | 285.0                                |
| 0.9000                       | 213.0                                |
| 0.8500                       | 173.0                                |
| 0.8000                       | 145.0                                |
| 0.7500                       | 124.0                                |
| 0.7000                       | 106.0                                |
| 0.6500                       | 91.4                                 |
| 0.6000                       | 79.0                                 |
| 0.5500                       | 68.0                                 |
| 0.5000                       | 58.6                                 |
| 0.4500                       | 51.0                                 |
| 0.4000                       | 44.9                                 |
| 0.3500                       | 38.6                                 |
| 0.3000                       | 32.3                                 |
| 0.2500                       | 26.5                                 |
| 0.2000                       | 22.7                                 |
| 0.1500                       | 19.5                                 |
| 0.1000                       | 16.4                                 |
| 0.0500                       | 12.7                                 |
| 0.0274                       | 10.4                                 |
| 0.0200                       | 9.4                                  |
| 0.0100                       | 7.8                                  |
| 0.0050                       | 6.6                                  |
| 0.0020                       | 5.4                                  |
| 0.0010                       | 4.6                                  |

**Fig. 20. Graphe des débits classés**

**5.2.4. Analyse des crues****5.2.4.1. LES DEBITS DE CRUE**

Le tableau suivant présente les résultats d'un ajustement statistique à une loi de Gumbel sur les débits instantanés de crue du Cher à la station de Tours, par la méthode CRUCAL de la DREAL sur 46 années (1966-2011).

**Tabl. 5 - Débits instantanés de crue du Cher (source Banque Hydro)**

| Temps de retour      | Débits caractéristiques de crue du Cher à Tours d'après l'ajustement Banque HYDRO |
|----------------------|---|
| 2 ans                | 510 m <sup>3</sup> /s   |
| 5 ans                | 730 m <sup>3</sup> /s   |
| 10 ans               | 870 m <sup>3</sup> /s   |
| 20 ans               | 1 000 m <sup>3</sup> /s   |
| 50 ans               | 1 200 m <sup>3</sup> /s   |
| 100 ans <sup>1</sup> | 1 350 m <sup>3</sup> /s   |

Le rapport entre les débits maximaux instantanés et les débits maximaux journaliers est de 1,03 pour les 25 plus fortes crues, ce qui traduit des **crues du Cher relativement longues et écrêtées**.

Le graphe relatif à l'ajustement statistique des données de débit laisse apparaître une rupture de la pente de la droite d'ajustement pour les crues les plus exceptionnelles, traduisant l'écrêtement des crues le long de la vallée du Cher avec les débordements en lit majeur. Ce phénomène nous conduit à retenir un débit centennal de l'ordre de 1 150 m<sup>3</sup>/s.

Nous avons par ailleurs recueilli les débits de crue caractéristiques du Cher à Tours à partir de données issues d'une étude hydraulique menée par SOGREAH en 1990, pour le compte de la Direction Départementale de l'Équipement d'Indre-et-Loire, à propos du franchissement de la Cisse, de la Loire et du Cher par le boulevard périphérique Est de Tours.

**Tabl. 6 - Débits de crue caractéristiques du Cher à Tours (SOGREAH 1990<sup>o</sup>)**

| Temps de retour | Débits caractéristiques du Cher à Tours après l'étude SOGREAH de 1990 |
|-----------------|---|
| 10 ans          | 850 m <sup>3</sup> /s   |
| 100 ans         | 1 150 m <sup>3</sup> /s   |

Dans la suite de l'étude, nous retiendrons ces valeurs de débits comme valeurs caractéristiques des débits du Cher à Tours.

<sup>1</sup> Extrapolation de la droite d'ajustement

A noter que l'étude de danger des levées de Tours de classe A réalisé par la DREAL en 2013 précise les valeurs de débits suivantes pour les crues modélisées :

| <b>Crues modélisées</b>  | <b>Qp1000</b><br>Périodes de retour : 1/30 à 1/70 | <b>Qp1200</b><br>Périodes de retour : 1/70 à 1/200 | <b>Qp1500</b><br>Périodes de retour : 1/200 à 1/700 | <b>Qp1700</b><br>Périodes de retour : au-delà de 1/700 |
|--|---|--|---|--|
| Cote à l'échelle de Tours Cher <sup>17</sup> (en m NGF)  | 48,01   | 48,58  | 49,37   | 49,83  |
| Hauteur estimée <sup>4</sup> à l'échelle de Tours Cher (en m)  | 5,45  | 6,05   | 6,85  | 7,30   |
| Débit de pointe estimé (et fourchette d'incertitude associée) <sup>5</sup> à l'échelle de Tours Cher <sup>8</sup> (en m <sup>3</sup> /s) | 950<br>[900 - 1000]                               | 1 200<br>[1000 - 1400]                             | 1 500<br>[1250 - 1750]                              | 1 700<br>[1450 - 1950]                                 |

**Tabl. 7 - Débits des crues modélisées – Etude de danger des digues de Tours (DREAL 2013)**

Par ailleurs, le débit de la crue historique de 1856 est estimé dans le secteur à 1 690 m<sup>3</sup>/s.

#### 5.2.4.2. ELEMENTS SUR LES CRUES DU CHER SUR LE SECTEUR D'ETUDE

Un relevé des principales crues du Cher par le Service d'Annonce des Crues de la Direction Départementale de l'Équipement d'Indre-et-Loire, indique que la plus forte crue observée sur la période 1966-2010 (45 années d'observations) est la crue du 11 janvier 1982, qui a atteint un débit de 935 m<sup>3</sup>/s à Tours.

Parmi les autres crues récentes, on peut citer :

- La crue de mai 2001, qui a atteint un débit de 835 m<sup>3</sup>/s à Tours, de temps de retour environ 10 ans;
- La crue de février 2003, qui a atteint un débit de 780 m<sup>3</sup>/s à Tours, de temps de retour compris entre 5 et 10 ans ;

La crue la plus forte historiquement est celle du 2 juin 1856. Cette crue correspond encore aujourd'hui aux Plus Hautes Eaux Connues (PHEC), hauteur non dépassée depuis 150 ans.

#### 5.2.4.3. LES PERIODES D'APPARITION DES CRUES

Une analyse sur la répartition de l'occurrence des crues dans l'année a été réalisée à partir des 47 années de données de débits maximaux instantanés mensuels récupérées (période 1966 /2014).

Elle porte sur :

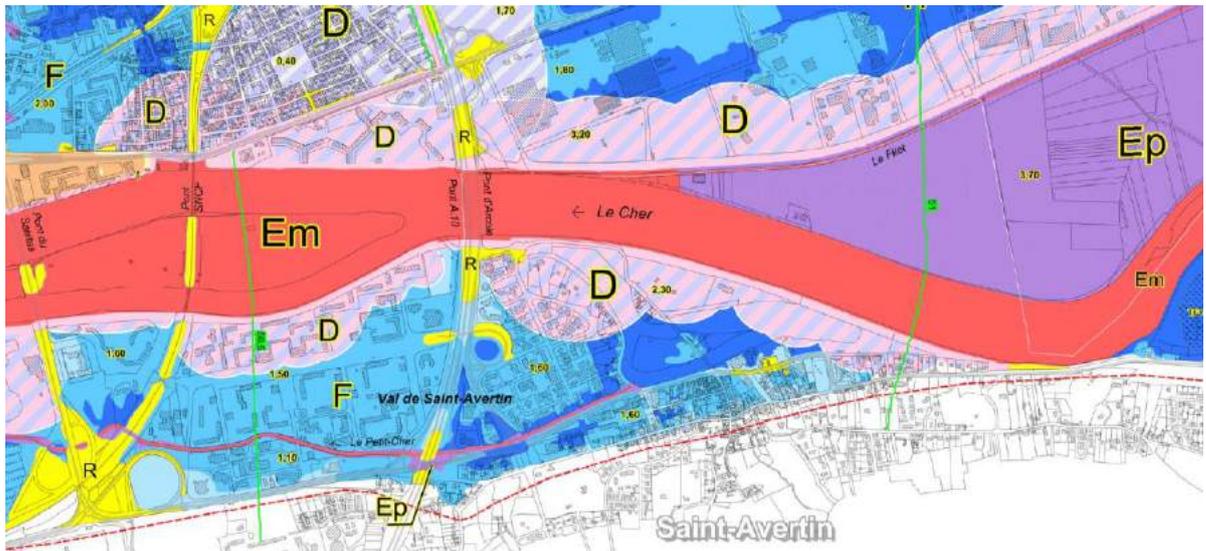
- les crues maximales annuelles qui se produisent de novembre à juin, avec une fréquence plus élevée en janvier, février et mars. L'apparition de fortes crues de de printemps en mai se remarque.
- les crues ayant dépassées 150 m<sup>3</sup>/s, soit 238 évènements ou 5 crues par an en moyenne. La concentration des évènements sur la période hivernale s'y retrouve, avec une répartition plus lissée.

## 5.3. LES NIVEAUX D'ECOULEMENT DU CHER

### 5.3.1. Les niveaux de crue

Le PPRi actuellement en Vigueur sur le Cher à tours, a été approuvé en 2001.

Il est actuellement en cours de révision et des cartes d'aléas provisoires ont été mises à enquête publique. La cartographie ci-après présente le projet de carte sur le secteur de la retenue de Rochepinard. Les niveaux de référence pris en compte sont de 50,50 m NGF IGN 69 au droit de l'île Honoré de Balzac et de 51 m NGF IGN 69 à l'entrée du virage de l'Ecorcheveau.



**Fig. 21. Cartographie de l'aléa – Le Cher à Tours (provisoire)**

### 5.3.2. Les lignes d'eau

#### 5.3.2.1. CRUES MODELISEES – ETUDE DE DANGER DES DIGUES DE TOURS

L'étude de danger des digues de Tours présente les lignes d'eau des crues modélisées ainsi que l'altimétrie des digues de protection. On remarque une diminution importante de la pente des lignes d'eau sur la partie recalibrée.

**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

**RAPPORT FINAL****Fig. 22. Lignes d'eau en crue Val de Tours – source EDD 2013**

Le niveau lié à la crue Qp1500 est considéré comme le niveau de protection apparent du système d'endiguement côté Cher. Il correspond à un débit de pointe à Tours de l'ordre de 1 500 m<sup>3</sup>/s, supérieure à une période de retour à 200 ans.

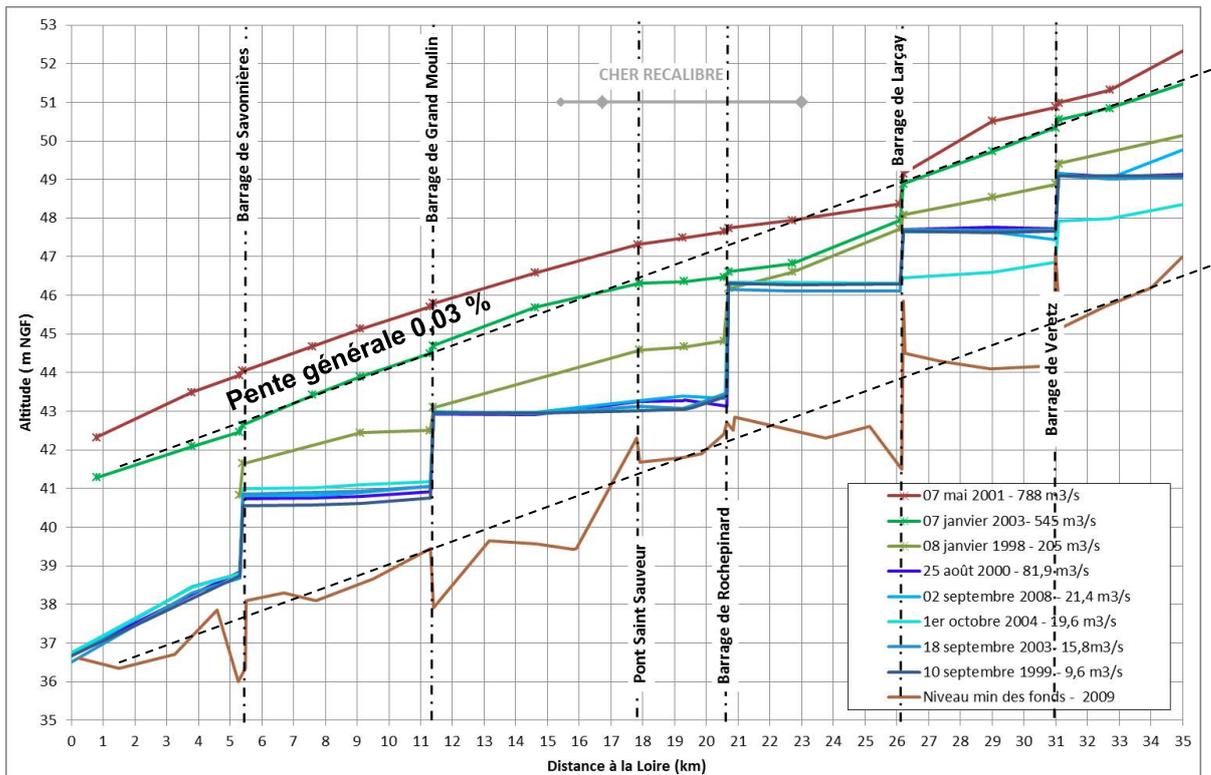
## 5.3.2.2. LIGNES D'EAU RELEVÉES

Une analyse des lignes d'eau du Cher à partir des levés réalisés par la DREAL et effectués pour des situations d'étiage, de débits « moyens » et de crues permet de visualiser les profils en long des lignes d'eau pour ces divers cas.

Les lignes d'eau correspondant aux événements suivants ont été tracées sur un graphe.

|               | Date                         | Débit (m <sup>3</sup> /s) |
|---------------|------------------------------|---------------------------|
| <b>Crue</b>   | 7 mai 2001                   | 788                       |
| <b>Module</b> | 07 janvier 2003              | 545                       |
|               | 08 janvier 1998              | 205                       |
| <b>Etiage</b> | 25 août 2000                 | 81,9                      |
|               | 02 septembre 2008            | 21,4                      |
|               | 1 <sup>er</sup> octobre 2004 | 19,6                      |
|               | 18 septembre 2003            | 15,8                      |
|               | 10 septembre 1999            | 9,6                       |

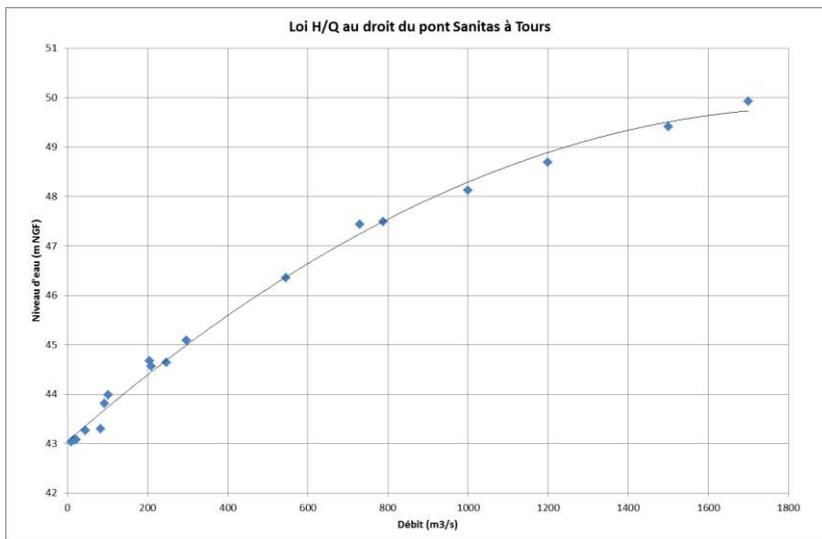
**Tabl. 8 - Tableau des lignes d'eau relevées (source DREAL centre)**



**Fig. 23. Lignes d'eau relevées par la DREAL**

### 5.3.3. Loi Hauteur/débit en aval du barrage de Rochepinard

Une loi hauteur/débit a été reconstituée au droit du pont Sanitas à Tours pour déterminer les conditions d'écoulement en aval du barrage de Rochepinard. Elle se base sur les données précédentes (levés de lignes d'eau) et les débits de crue enregistrés à la station de Tours Pont Saint Sauveur, ainsi que, pour les débits supérieurs à 800 m<sup>3</sup>/s, les résultats de modélisation de l'étude de danger.



**Fig. 24. Loi Hauteur/débit en aval du barrage de Rochepinard (Pont Sanitas)**

## 6. FONCTIONNEMENT MORPHO-SEDIMENTAIRE DU LIT DU CHER

### 6.1. CONTEXTE GENERAL

Le Cher sur le secteur d'étude s'écoule dans une zone de plaine.

Il est sauvage sur sa partie aval (environ 5 km) depuis la confluence avec la Loire jusqu'au barrage de Savonnières et aménagé sur sa partie amont, voire même canalisé en amont de Tours jusqu'à Larçay.

La rivière présente une pente moyenne faible, de l'ordre de 0,3 ‰ entre sa confluence avec la Loire et Veretz.

La vallée est composée d'alluvions modernes (Fz ; argile, sable et gravier).



**Fig. 25. Carte géologique de la zone d'étude**

La rivière méandre dans cette espace, avec une mobilité latérale importante entre la confluence avec la Loire et Tours, telle qu'on peut la voir sur la carte géologique. En amont de Tours, le tracé du Cher est plus rectiligne, et longe le pied du coteau Sud de la vallée.

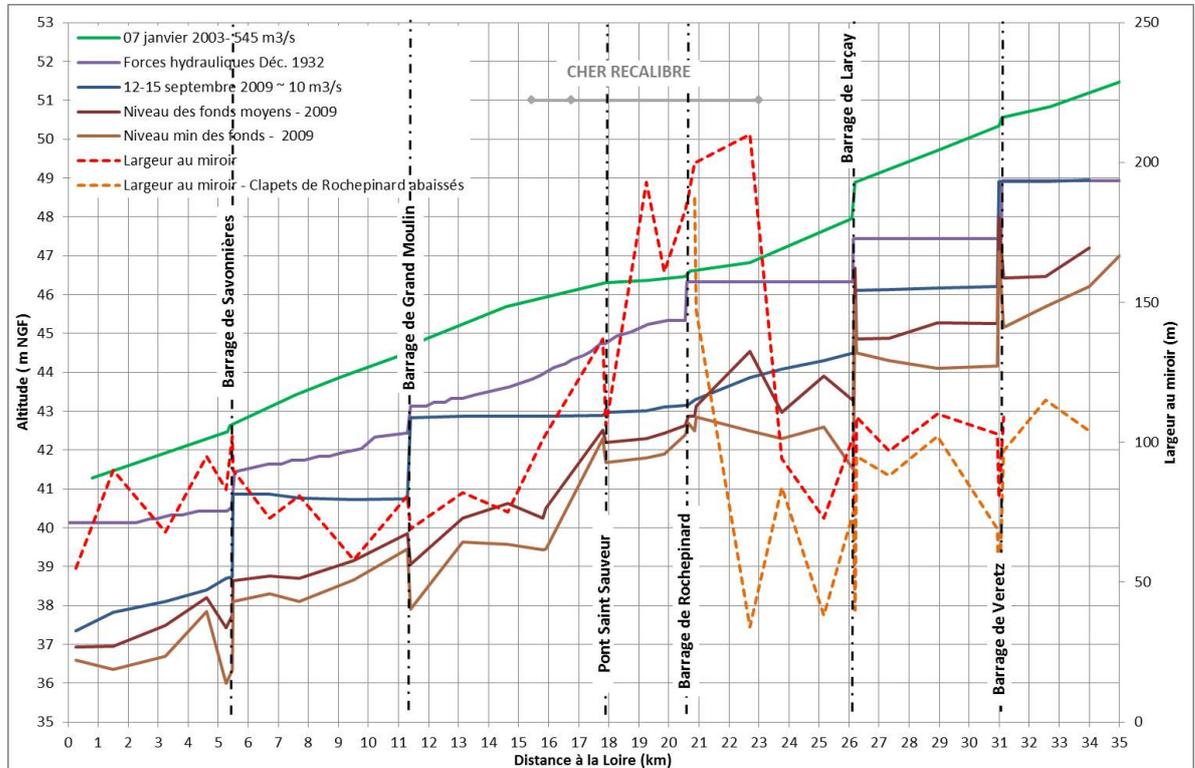
Le lit mineur de la rivière présente une largeur naturelle active variant entre 80 et 100 m (aval de Tours). Sur la partie canalisée en amont de Tours, cette largeur passe entre 90 et 110 m. Elle atteint 200 m dans la traversée de Tours sur tout le secteur recalibré (voir figure 26).

Hors zone urbaine, la vallée inondable est très large : de 1 500 à 2 000 m.

La figure suivante présente sur un même graphique :

- le profil en long du fond (2009),
- les lignes d'eau de 2009 (Etiage à 10 m<sup>3</sup>/s), de 2003 (crue à 545 m<sup>3</sup>/s) et de Décembre 1932 (Grandes Forces Hydrauliques),
- la largeur au miroir à l'étiage (avec une distinction en amont du barrage de Rochepinard entre la largeur au miroir clapets abaissés et relevés).

Deux données sont représentées pour le profil en long du fond de 2009 : le point le plus profond de chaque profil en travers levé, et le fond moyen du lit (ici calculé sur la base de la profondeur moyenne).



**Fig. 26. Profil en long du Cher**

## 6.2. ANALYSE HISTORIQUE ET FONCTIONNEL DU FONCTIONNEMENT SEDIMENTAIRE DU CHER

Les paragraphes suivants développent l'évolution historique du Cher, les interventions réalisées, et tentent de faire un lien entre ces données, pour établir un bilan quantitatif des évolutions.

### 6.2.1. Avant les travaux d'aménagement du Cher

#### 6.2.1.1. PROFIL EN LONG

La donnée de référence est constituée par le profil en long des Grandes Forces Hydrauliques. Pour disposer d'une vision d'ensemble, ce profil est reporté sur la figure suivante. Seul le fil d'eau relevé le jour de la visite et quelques cotes des ouvrages sont disponibles (ainsi que des PHE des fortes crues). A noter que le profil a été levé globalement avec des débits importants du Cher (plus de 70 m<sup>3</sup>/s à Selles-sur-Cher, station dont les données de 1932 sont disponibles sur la banque Hydro), et en période d'aiguilles enlevées aux barrages (décembre).

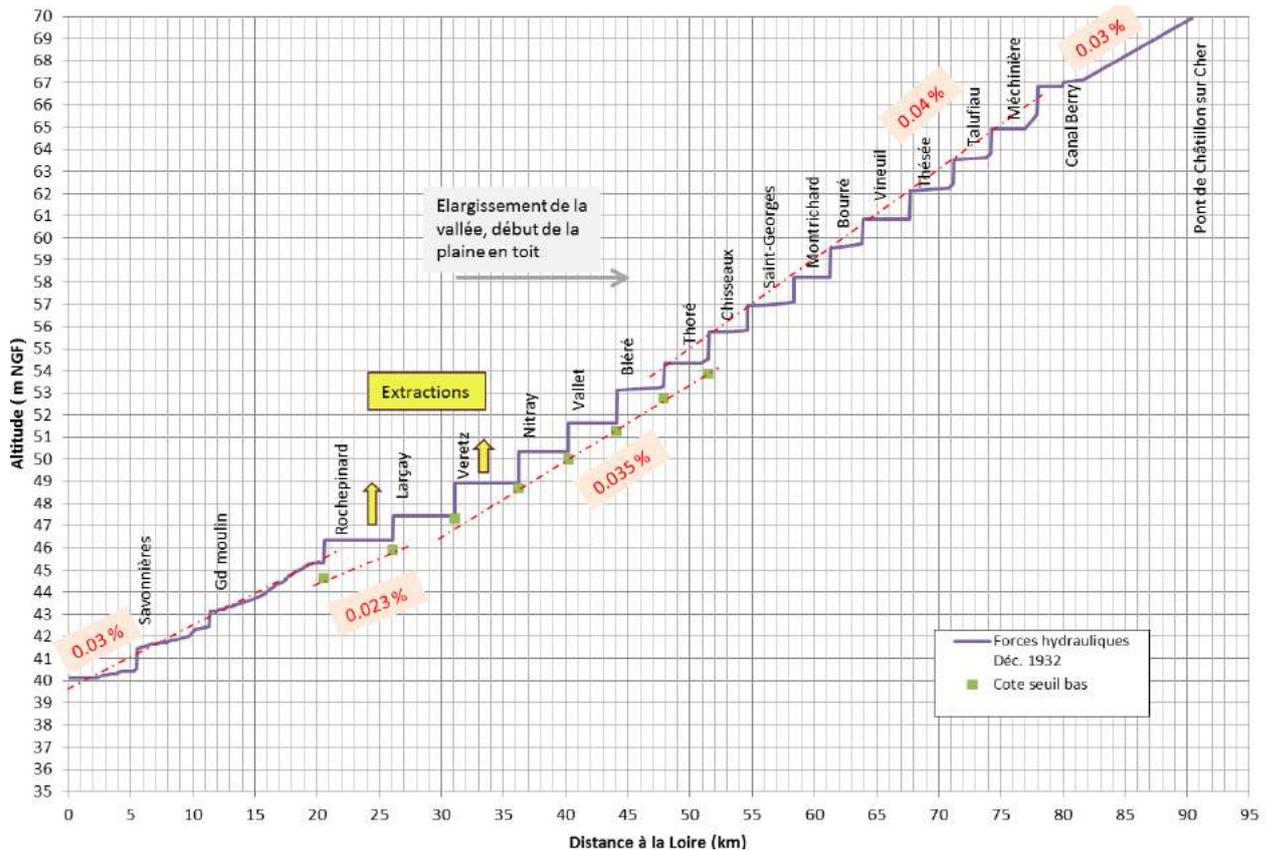
**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

**RAPPORT FINAL**

Les cotes des seuils des passes à aiguilles (carrés verts sur la figure) sont issues :

- De l'étude Ingérop de 2002 (Syndicat du Cher Canalisé, Mécanisation de sept barrages à aiguilles en Indre et Loire, Etude hydraulique en vue du dossier loi sur l'eau, Ingérop, octobre 2002) ;
- De déductions et de calculs hydrauliques simples pour le barrage de Rochepinard, à partir des données mentionnées sur les GFH et du débit estimé le jour du levé.



**Fig. 27. Profil en long des Grandes Forces Hydrauliques depuis l'amont du Canal du Berry à la Loire**

On remarquera les éléments suivants :

- En amont de la partie navigable, la pente moyenne est de 0,03 % ; le lit mineur du Cher décrivant d'amples méandres au sein de son lit majeur ;
- La première moitié de la partie navigable présente une pente moyenne plus forte (environ 0,04 %). Dans cette partie, le lit est relativement rectiligne, la pente de la plaine étant globalement stable ;
- Plus en aval, la pente moyenne décroît progressivement, et ce à partir du point où le lit majeur s'élargit significativement, et présente une morphologie en toit ;
- En aval de Rochepinard, le lit retrouve une pente moyenne de 0,03 %, et des méandres réguliers.

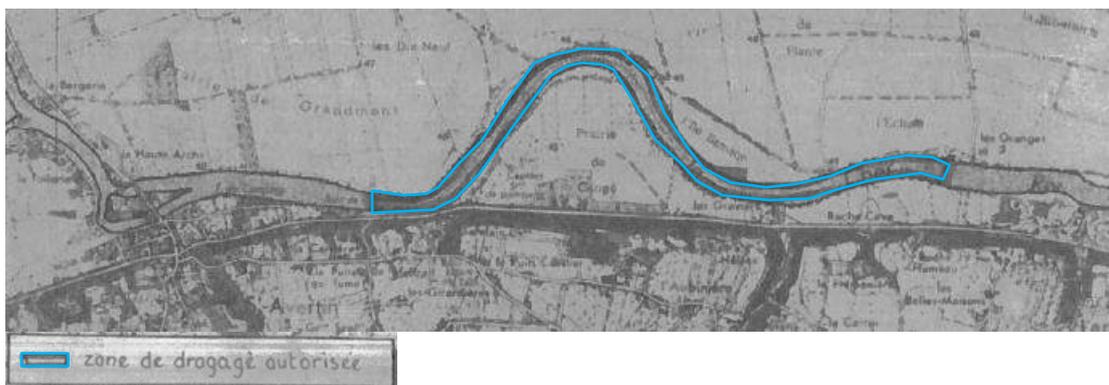
Il est difficile d'établir la genèse de cette morphologie et de ces pentes. Nous savons que la rectitude du tracé du Cher dans la partie navigable est antérieure aux travaux de navigabilité du XIX<sup>ème</sup> siècle, il n'est pas exclu cependant qu'elle soit d'origine humaine. L'influence morphologique de la Loire a joué certainement un rôle (un bras de la Loire rejoignait le Cher 1,3 km en aval de l'actuel pont Saint-Sauveur au XVIII<sup>ème</sup> siècle).

Quoi qu'il en soit, les biefs situés en aval de Bléré devaient subir une sédimentation progressive (ce qui est cohérent avec la morphologie de la plaine en toit), et sans doute plus importante en se rapprochant de Rochempinard. Ceci est cohérent avec les éléments recueillis concernant les extractions.

#### 6.2.1.2. EXTRACTIONS

L'entreprise Guiaugue a en effet bénéficié pendant près de 40 ans d'une autorisation d'extraction de sable dans le Cher. Les archives les plus anciennes retrouvées font état d'une demande de renouvellement d'autorisation émise en mai 1956.

L'autorisation d'extraction concerne le secteur des Gravieres à Saint Avertin et s'étend en 1967 du PK 22,5 à 26 (aval du barrage de Larçay).



Des relevés d'extraction ont pu être partiellement retrouvés sur la période 1963 – 1970.

**Tabl. 9 - Relevés d'extraction Guiaugué (Période 1963- 1970)**

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

Ainsi, et sur cette base, les extractions représentaient un volume d'environ 30 000 m<sup>3</sup>/an **dans les années 60.**

Mentionnons également d'autres extractions régulières sur la commune d'Azay-sur-Cher (Sablières Pirot puis Moles) a priori située dans le bief du barrage de Veretz, en amont du pont d'Azay, avec des volumes annuels moyens de 9 000 m<sup>3</sup> en 1969, 11 000 m<sup>3</sup> en 1970. Ces extractions sont déjà visibles sur la photo aérienne de 1949.

Dans ce secteur, ce sont donc environ 40 000 m<sup>3</sup>/an qui sont prélevés.

## **6.2.2. Les travaux d'aménagement du Cher**

### 6.2.2.1. DESCRIPTION SUCCINCTE

Au lendemain de la Seconde Guerre Mondiale, le développement de Tours a conduit à l'extension de l'urbanisation dans sa partie Sud, autour de la Vallée du Cher.

Un projet d'aménagement de la Vallée du Cher est engagé en 1966 : construction des quartiers du « Front du Cher », des « Fontaines », d'un espace de loisirs avec lacs, conduisant à la réduction quasi-totale du champ d'inondation du Cher et à la canalisation de la rivière entre deux levées.

La première tranche de travaux s'est achevée vers 1970 et a consisté essentiellement en la rectification et à l'endiguement du lit de la rivière entre l'Ecorcheveau et l'ancienne voie de Vendée, avec remplacement du barrage à aiguilles de Rochepinard par deux barrages automatiques établis sur chacun des deux bras enserrant « l'île de la Prairie ».

En particulier, l'ancien cours du Cher devant le bourg de Saint-Avertin a totalement été court-circuité et constitue aujourd'hui le lac de Saint-Avertin, séparé au Nord de la rivière par une digue étanche.

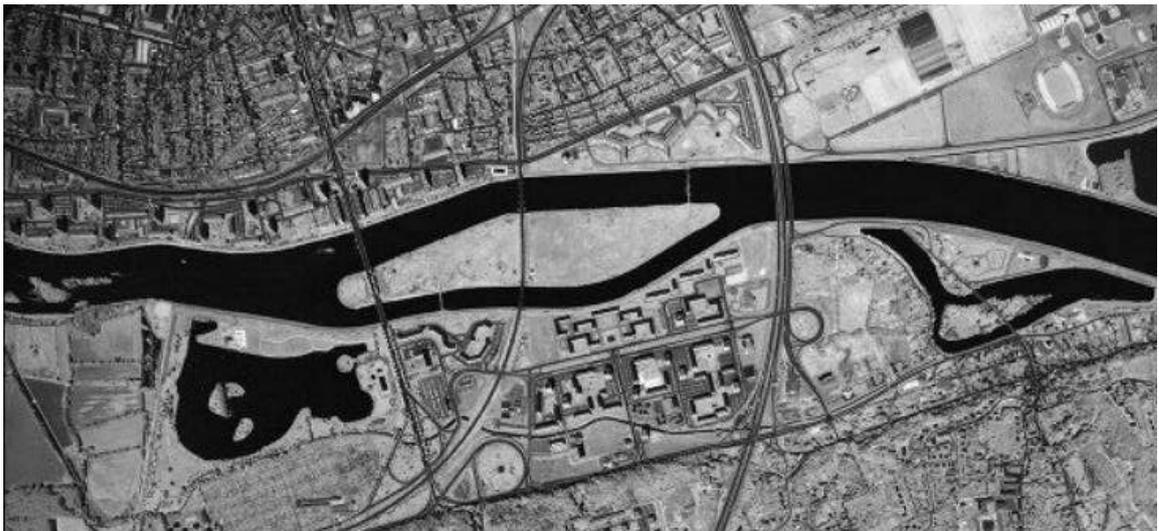
En remplacement a été creusé un nouveau lit pour le Cher, de 200 m de largeur, intéressant la section Ecorcheveau - Pont du Sanitas.

Ce nouveau cours supporte, sur 2 000 m en amont du pont d'Arcole, un bassin de navigation de plaisance réservé à des bateaux non motorisés (aviron, canoé-kayak...).

*Cher dans la traversée de Tours - 1956*



*Cher dans la traversée de Tours – 1981*



**Fig. 28. Evolution du lit du Cher entre 1956 et 1981 (traversée de Tours)**

### **6.2.3. La période 1971 – 1986**

Cette période qui suit les travaux d'aménagement du Cher met en évidence des évolutions morphologiques importantes. Elle se termine par l'importante opération de curage des années 1985 – 1986.

#### 6.2.3.1. EVOLUTION DU PROFIL EN LONG

Entre Larçay et Rochepinard, cette évolution est connue sur la base des levés suivants (plan de localisation joint en annexe 2) :

- Bathymétrie de 1985 (avant curage) ;
- 3 profils en travers relevés pour le projet de ligne LGV en 1983 ;

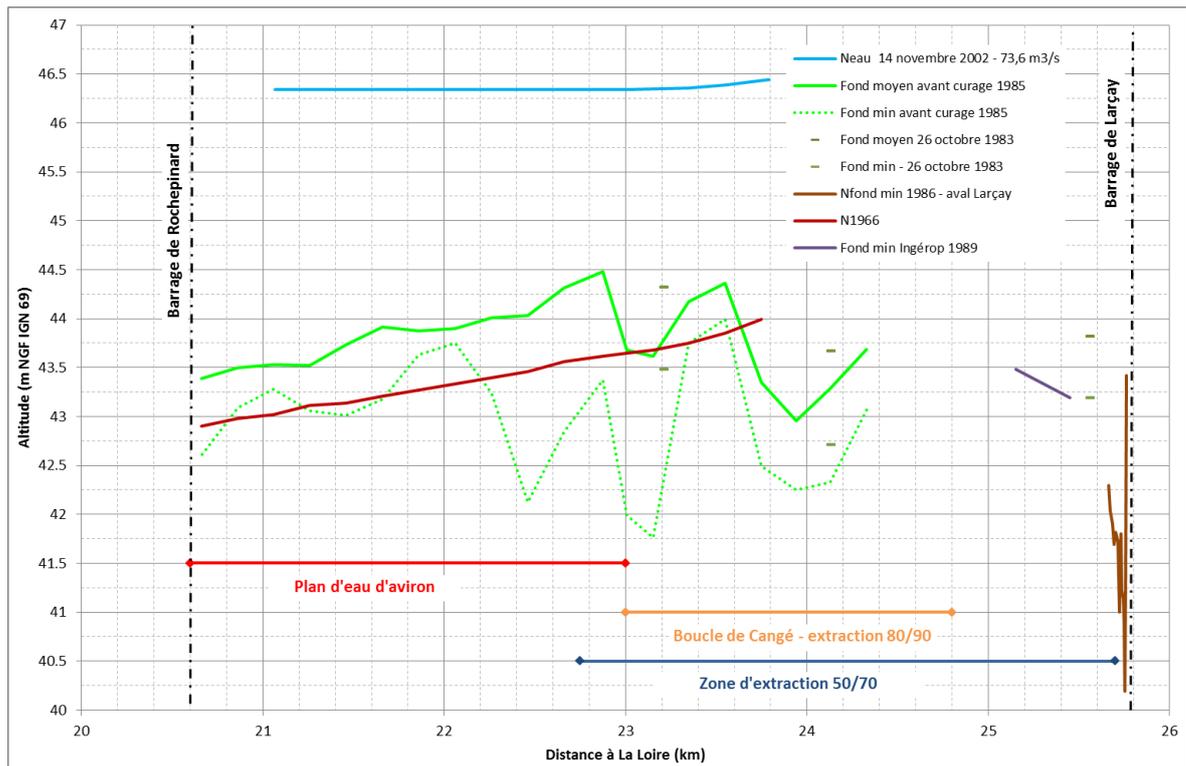
**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

**RAPPORT FINAL**

- Profils bathymétriques relevés en aval immédiat du barrage de Larçay en 1986 ;
- Profils utilisés par Ingérop (1989, pour le contournement est de l'agglomération de Tours).

Ces éléments sont reportés sur la figure suivante, avec, pour chaque levé bathymétrique le fond le plus bas du profil et le fond moyen (fond moyenné à partir des pieds de berge). Est également reporté le fond du projet d'aménagement du Cher (du fait du fond plat du projet, ces cotes sont à considérer comme fonds moyens).



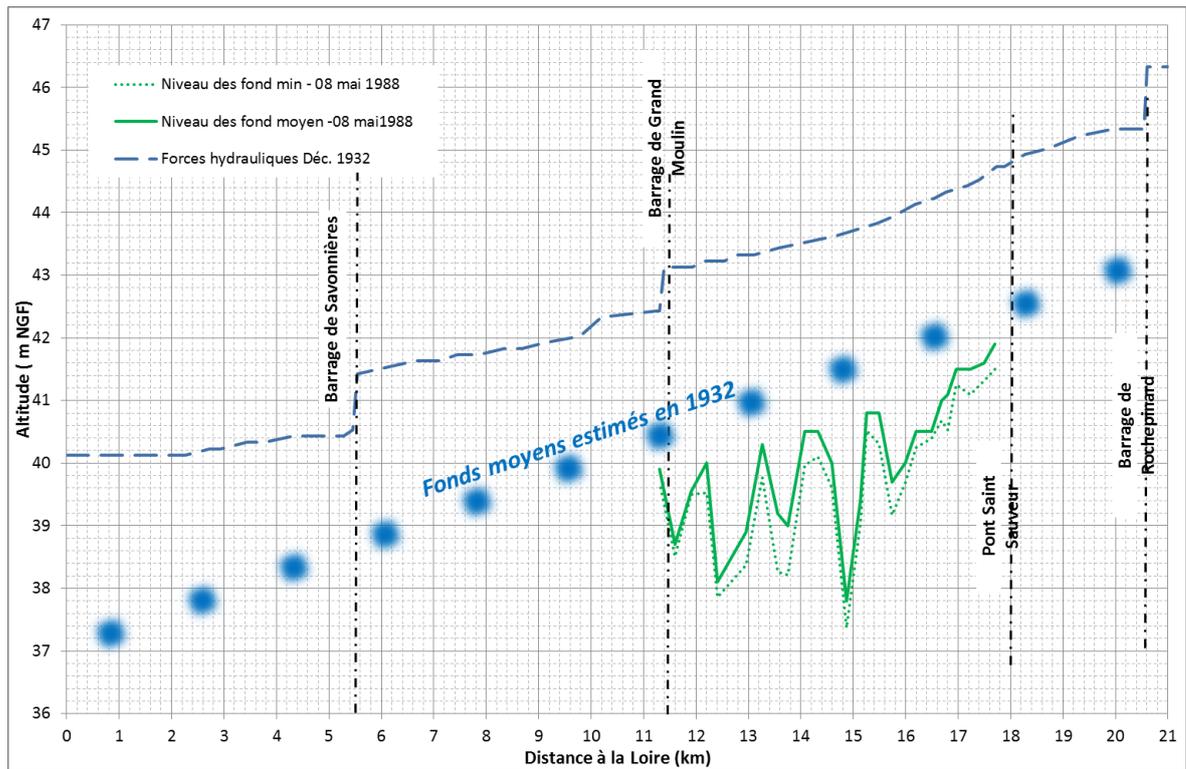
**Fig. 29. Evolution des fonds dans la retenue de Rochepinard entre 1970 et 1986 (1989)**

La sédimentation dans le plan d'eau d'aviron est très nettement visible, avec une hausse moyenne de l'ordre de 0,5 m.

L'approfondissement du lit dans le coude de la boucle de Cangé est également très net, et correspond à la plus forte courbure du lit et à sa largeur la plus étroite. Ce n'est pas a priori une conséquence des extractions : la morphologie même du coude explique, au moins en partie, cet approfondissement local. On remarquera un approfondissement similaire, mais moins important en fonds moyens (du fait de la dynamique de sédimentation) dans le coude suivant (PK 23), à l'entrée du plan d'eau d'aviron.

En aval de Rochepinard, peu de données sont disponibles. Sur ce tronçon, nous étendons l'analyse à la période 1932 (levé des Grandes Forces Hydrauliques) – 1988 (disponibilité de levés bathymétriques).

La figure suivante reporte ces éléments, et un fond moyen estimé à partir de la ligne d'eau des Grandes Forces Hydrauliques et des débits estimés lors de ces relevés (de 120 m³/s depuis l'aval de Rochepinard à 75 m³/s à la confluence avec la Loire).



**Fig. 30. Evolution supposée des fonds en aval de Rochepinard entre 1932 et 1988**

Cette analyse met en évidence un abaissement global de l'ordre de 1 m entre le Pont Saint-Sauveur et le barrage de Grand Moulin entre 1932 et 1988. Notons que les levés de 1988, relativement denses, montrent la succession de points bas et de points hauts, correspondant respectivement aux coudes de la rivière et aux points d'inflexion entre les courbes. Le fond moyen estimé en 1932 est représenté en lissant ces variations.

#### 6.2.3.2. AUTRES EVOLUTIONS DU LIT

En plan, l'évolution sur la photo aérienne de 1984 montre clairement la sédimentation dans le bassin d'aviron.



**Fig. 31. Plan d'eau d'aviron en 1984**

Les dépôts débutent dès l'amorce de l'élargissement du lit, et s'organisent en fonction de la sinuosité de la rivière. Ils commencent, en 1984, à dépasser le barrage lui-même.

Dans la même période, le barrage de Larçay montre des problèmes d'érosion à son aval immédiat. Des travaux sont menés en 1978, 1981 et 1982 (voir § 4.2). Des érosions de berge sont également constatées.

### 6.2.3.3. EXTRACTIONS

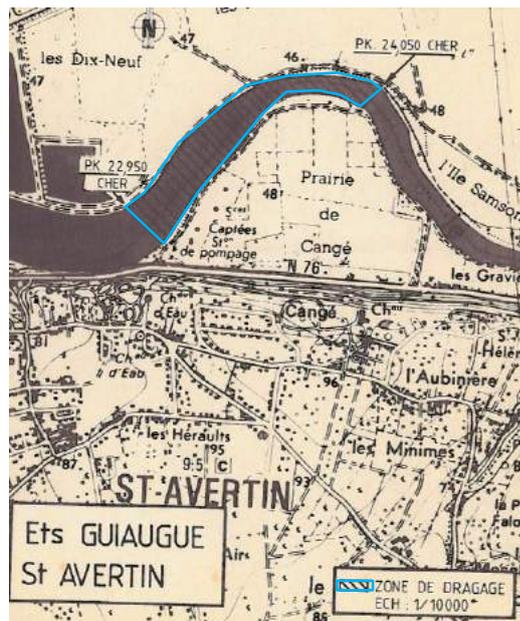
#### 6.2.3.3.1. **Drague permanente**

L'entreprise Guiaugue poursuit sur cette période son activité d'extraction entre Larçay et la boucle de Cangé.

Des compte-rendus de réunion semblent indiquer qu'au cours des travaux de recalibrage du Cher, le site d'extraction a temporairement été déplacé à la Riche. En examinant les relevés et les photographies aériennes, ce point reste incertain : des extractions dans la boucle de l'Ecorcheveau sont observées en 1969 (pendant les travaux) et en 1972 (après).

Les données de relevés d'extraction sont néanmoins manquantes sur la période 1971 – 1980.

Les autorisations sont d'abord fournies pour une durée d'un an, puis pour une durée de 6 ans (à partir des années 1980). Dans les années 1980-1990, la zone d'extraction est réduite à la boucle de l'Ecorcheveau (voir plan ci-après datant de 1987).



**Fig. 32. Zone de dragage autorisée (Extrait plan de 1987)**

Sur la période 1971 – 1986, les relevés d'extraction n'ont pu être retrouvés que pour la période 1981-1986.

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

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

**En amont**, sur la commune d'Azay-sur-Cher (Sablières Moles) les extractions se poursuivent dans le bief du barrage de Veretz, en amont du pont d'Azay, avec des volumes moyens de l'ordre de 7 000 m<sup>3</sup>/an (sur la base des relevés 1981-1986).

#### 6.2.3.3.2. Opérations régulières de désensablement

Fin des années 70, début des années 80, des notes indiquent que la Ville de Tours a procédé annuellement, pendant la période de chômage du Cher, à une extraction de 10 à 15 000 m<sup>3</sup> de matériaux dans le bassin d'aviron fortement ensablé.

En faisant l'hypothèse que cette opération a concerné les années 1977 à 1984 (8 ans), ce sont environ 100 000 m<sup>3</sup> qui aurait été extraits.

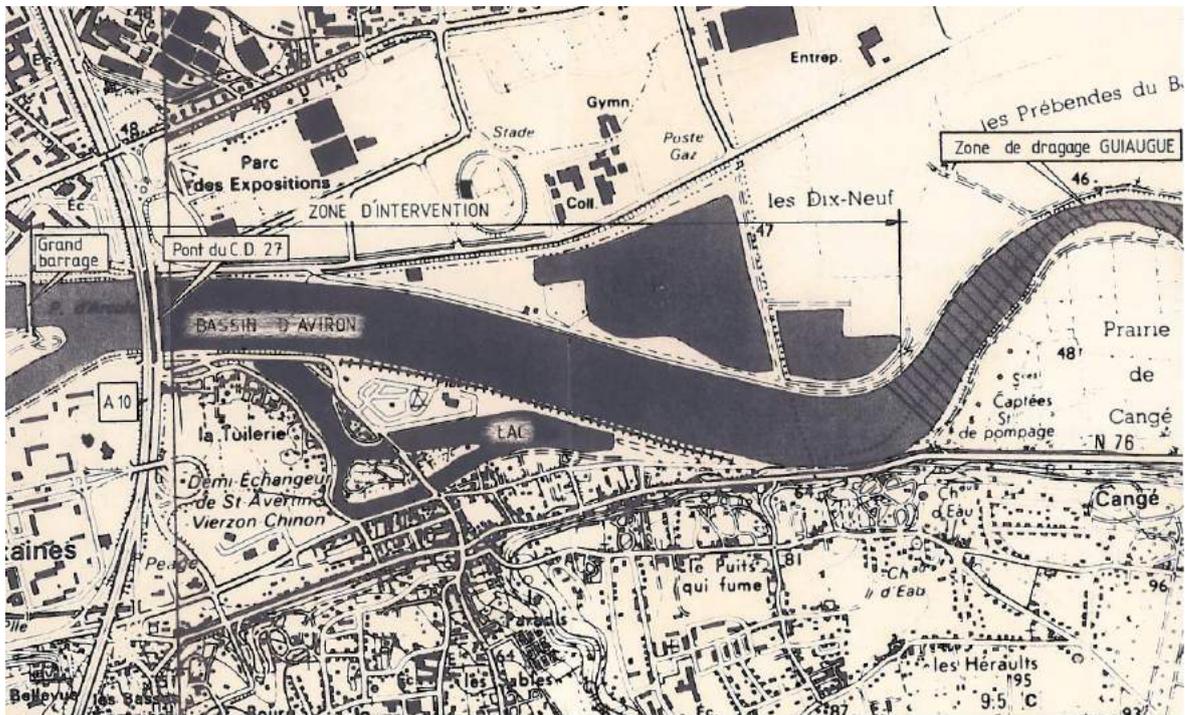
#### 6.2.3.3.3. Le curage de 1985-1986

En 1984/1985 apparaît le projet de ligne à grande Vitesse entre Paris et Tours qui nécessite la réalisation d'un viaduc pour le franchissement de la Vallée du Cher au droit de la commune de Larçay.

Une négociation est alors engagée avec la SNCF pour mettre les dispositions suivantes alors envisagées :

- La SNCF extrait les alluvions qui sont déposés sur l'emprise du bassin d'aviron, soit environ 220 000 m<sup>3</sup> (environ 120 000 m<sup>3</sup> de bon sable et 100 000 m<sup>3</sup> de matériaux de moins bonne qualité (mélange argile, sable, rocher, etc..) pour les besoins du chantier LGV ;
- LA SNCF finance la construction du parafeuilles du barrage de Larçay et le renforcement des berges.

L'opération de désensablement est prévue en deux phases, une première dès le mois d'octobre 1985, consistera à évacuer 40 000 m<sup>3</sup>, le complément lors des basses eaux de l'été 1986.

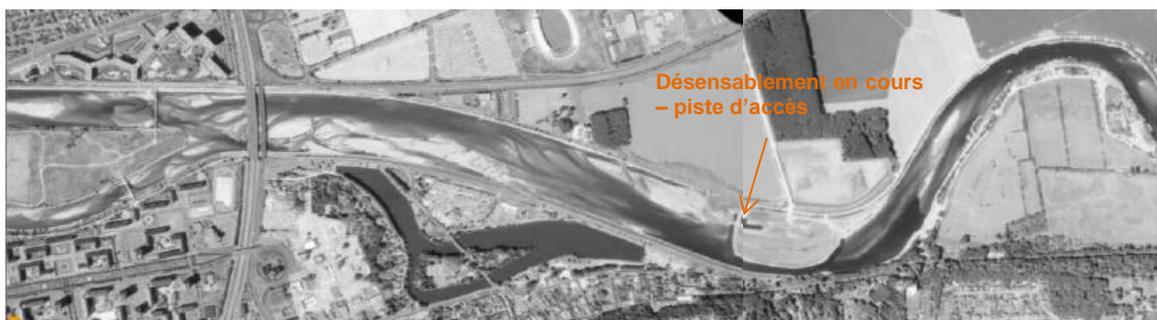


**Fig. 33. Zone de curage (1985-1986)**

Finalement, seules les deux phases de curage ont été réalisées, avec les volumes extraits suivants, selon les redevances d'extraction :

- 40 000 m<sup>3</sup> de sables a priori fin 1985 – début 1986 ;
- 273 000 m<sup>3</sup> de sables et 86 000 m<sup>3</sup> d'argiles et sables très argileux en 1986.

Soit un total de près de 400 000 m<sup>3</sup> de matériaux extraits.

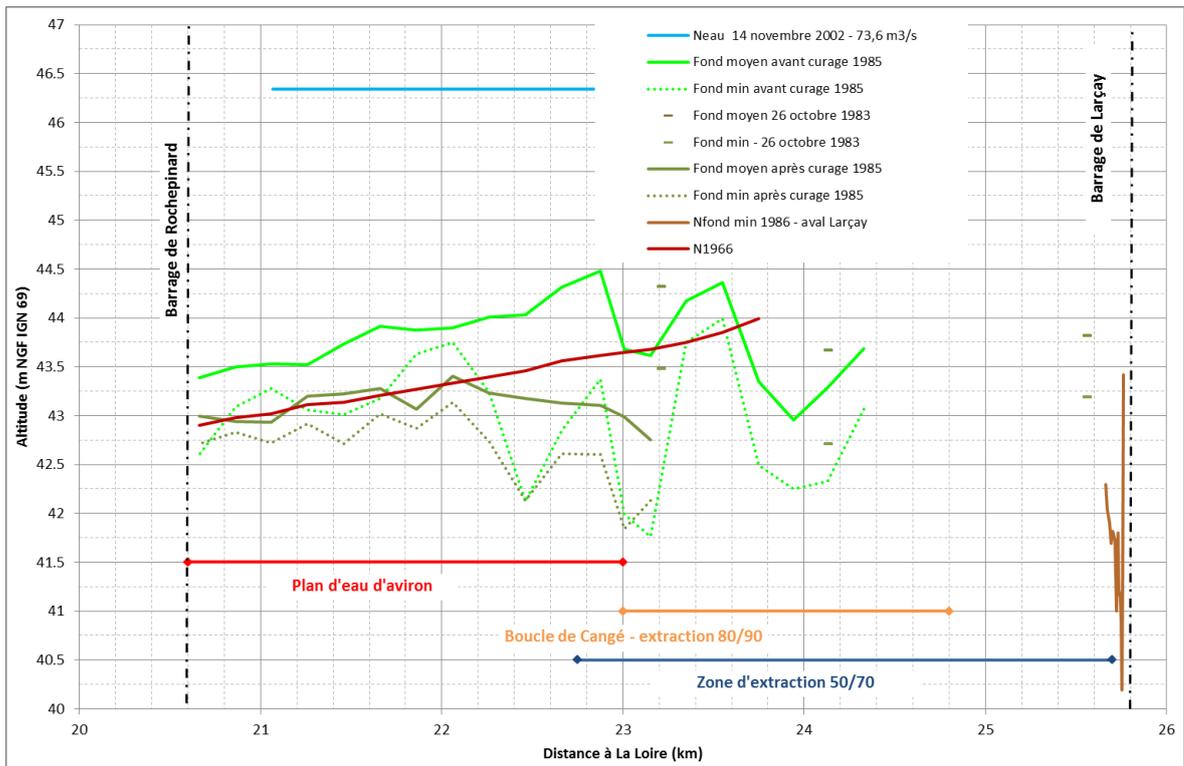


**Fig. 34. Photo aérienne de 1986, prise pendant l'opération de curage**

La comparaison des fonds bathymétriques entre 1985 et 1987 est présentée sur la figure suivante.

**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**

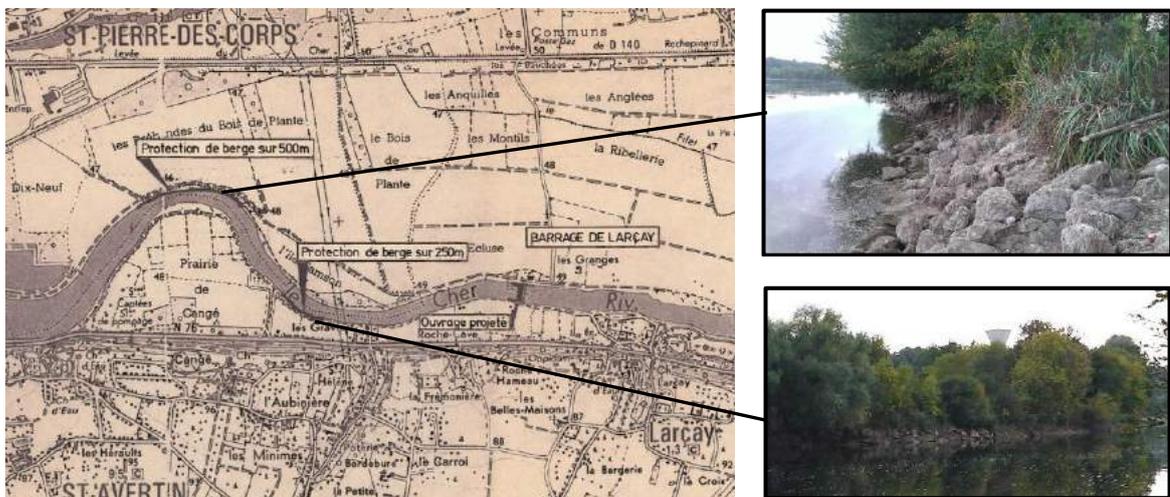
Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

**RAPPORT FINAL**

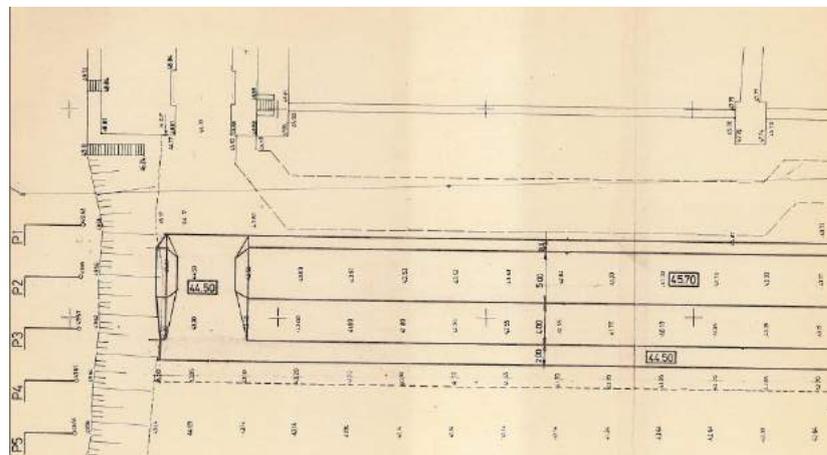
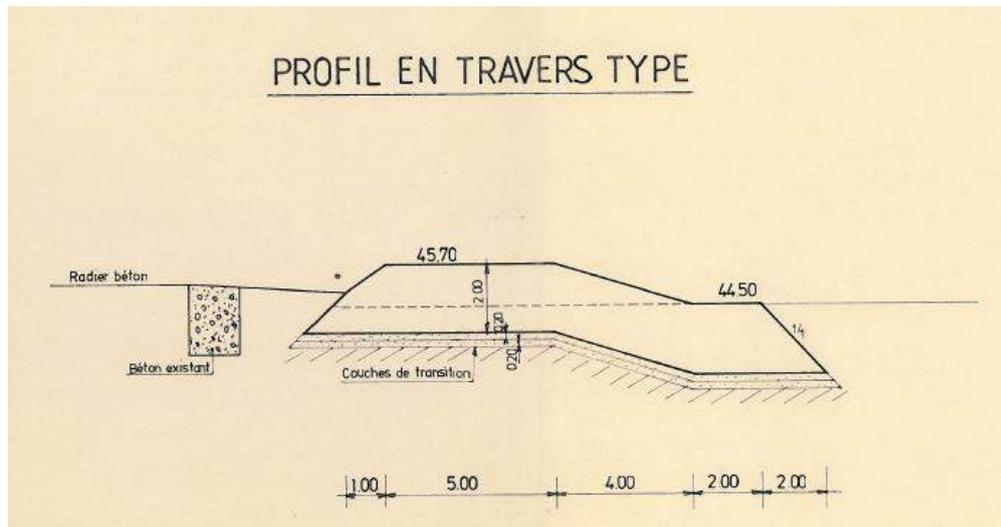
**Fig. 35. Fonds de la retenue avant et après travaux de curage de 1985-1986**

Un calcul de cubature estime, à partir de ces données, une extraction d'environ 340 000 m<sup>3</sup> de matériaux. Notons qu'entre la date des levés avant curage (2 août 1985) et les dates des levés après curage (23 octobre 1986 et 18 mai 1987), une période de un à deux ans s'est écoulée, pendant laquelle la sédimentation apportée par le Cher s'est poursuivie. Cela peut expliquer une partie ou la totalité des écarts avec les déclarations.

En 1987, les travaux de protection de berge sont enfin engagés, ainsi qu'a priori sur le barrage de Larçay.



**Fig. 36. Localisation des travaux de confortements de berge et du barrage de Larçay (1987)**



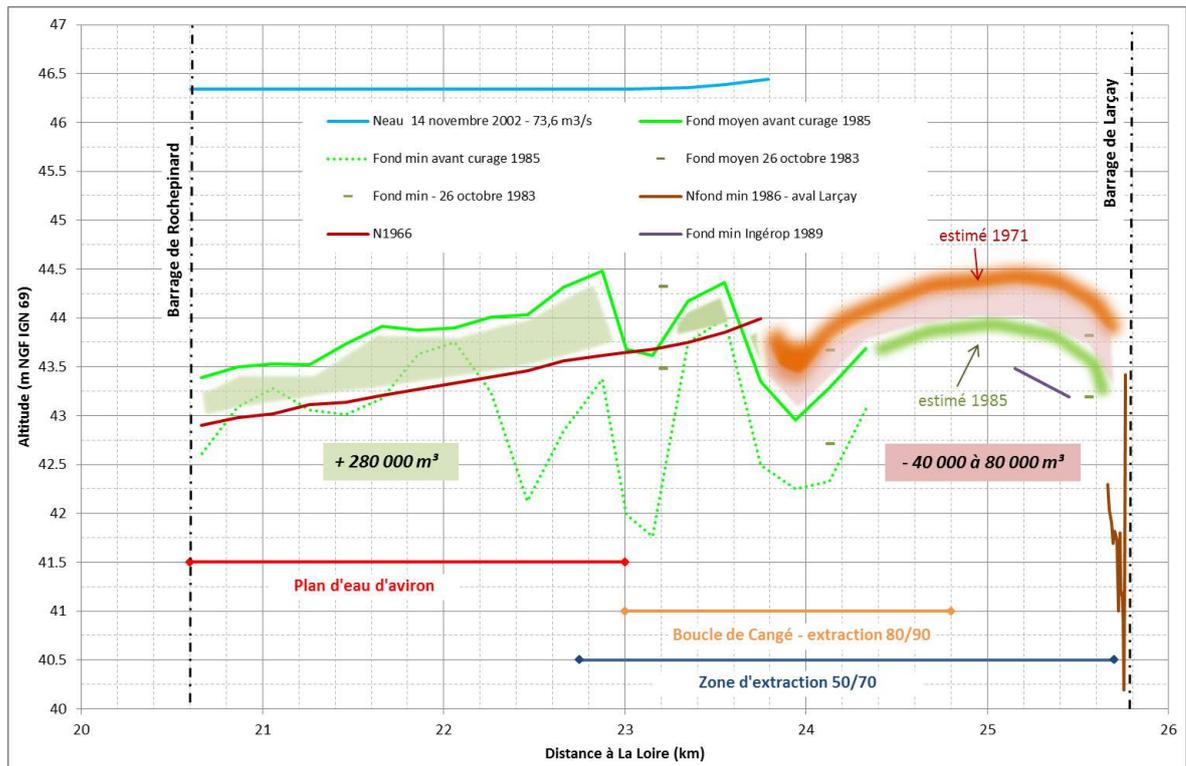
**Fig. 37. Plan du seuil parafouille en aval immédiat du barrage de Larçay (1987)**

#### 6.2.3.4. EVALUATION DU BILAN SEDIMENTAIRE SUR LA PERIODE 1971 - 1985

Nous nous intéressons à cette période située entre la fin des travaux d'aménagement du Cher et avant l'opération de curage massif.

L'incertitude majeure concerne l'absence de données bathymétriques au début de cette période entre le barrage de Larçay et la boucle de Cangé, et le peu de données disponibles en fin de période pour ce même tronçon.

La figure ci-dessous reporte les hypothèses prises et l'évaluation du bilan de l'évolution du lit entre 1971 et mi - 1985.



**Fig. 38. Bilan de l'évolution du lit entre 1971 et 1985**

Sur la même période, les extractions sont estimées à :

- 100 000 m<sup>3</sup> pour les opérations courantes de désensablement du bassin d'aviron ;
- Sur la base des relevés d'extraction de 1981 à 1984 (7 500 m<sup>3</sup>/an), 75 000 m<sup>3</sup> sur la période 1971-1980 ;
- Sur la base des relevés d'extraction, 64 000 m<sup>3</sup> entre 1981 et mi - 1985.

Soit un total de 240 000 m<sup>3</sup> extraits.

Le bilan global du tronçon s'élève donc à : + 280 000 (sédimentation) – 40 000 à 80 000 (érosion) + 240 000 (exportations), soit 440 000 à 480 000 m<sup>3</sup> pour 14,5 ans, soit 30 000 à 33 000 m<sup>3</sup> de sédimentation par an.

Les termes de ce bilan montrent également que l'érosion régressive ne peut fournir à elle seule le volume de matériaux déposés dans le plan d'eau d'aviron.

En aval de Rochepinard, une estimation sommaire montre que le volume perdu par abaissement du lit entre le Pont Saint-Sauveur et le barrage de Grand Moulin s'élève à 300 000 – 400 000 m<sup>3</sup> (entre 1932 et 1988).

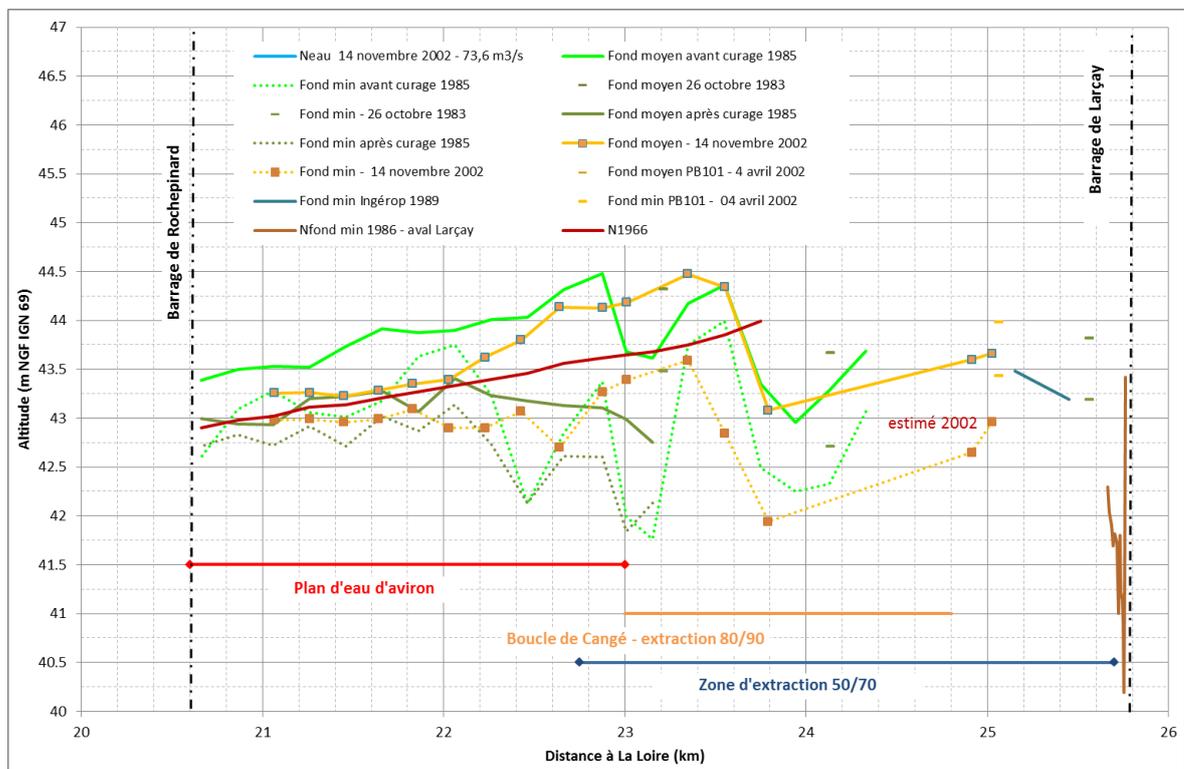
## 6.2.4. La période 1987 – 2002

### 6.2.4.1. EVOLUTION DU PROFIL EN LONG

Entre Larçay et Rochempinard, cette évolution est connue sur la base des levés suivants (plan de localisation joint en annexe 2) :

- Bathymétrie de 1986-1987 (après curage) ;
- Fond du lit indiqué dans l'étude Ingérop, issu de levés de 1989 ;
- Profil en travers bathymétrique local en avril 2002 ;
- Profils en travers bathymétriques du bassin d'aviron (novembre 2002).

Ces éléments sont reportés sur la figure suivante, avec, pour chaque levé bathymétrique le fond le plus bas du profil et le fond moyen (fond moyenné à partir des pieds de berge). Les levés de la période précédente sont également dessinés.



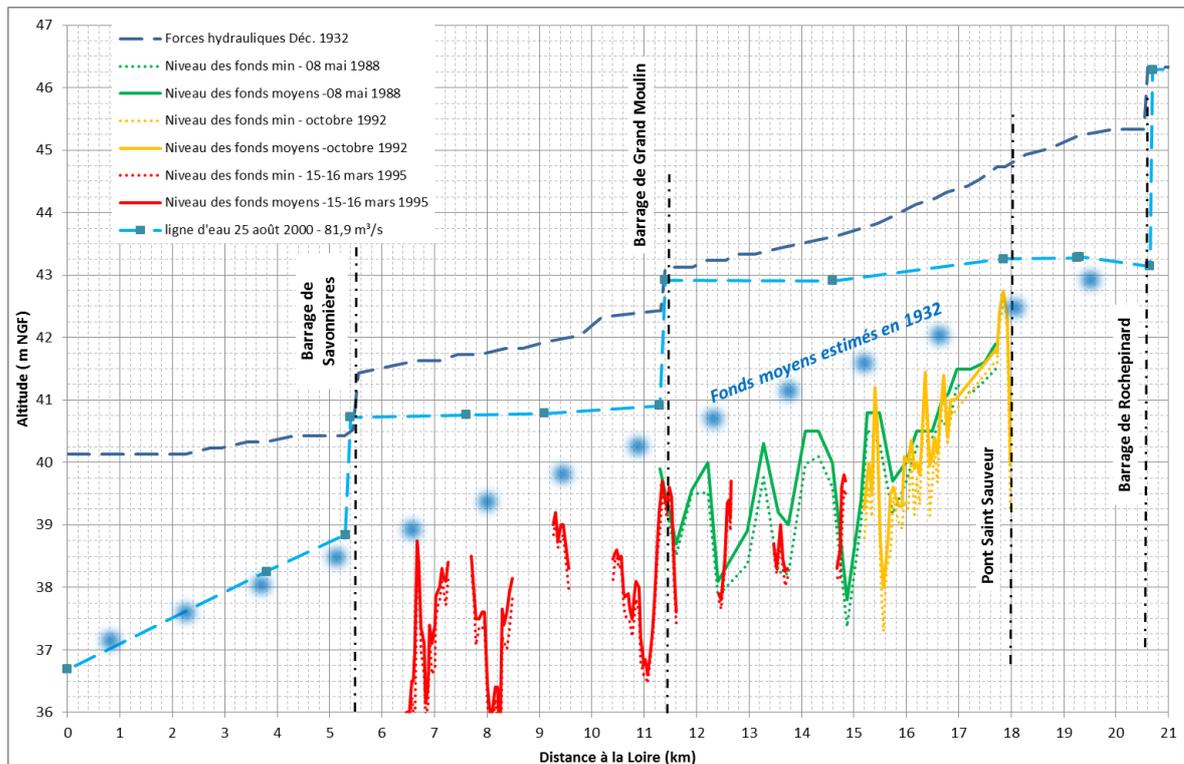
**Fig. 39. Evolution des fonds dans la retenue de Rochempinard entre 1986 et 2002**

On notera que l'on ne dispose pas de données post-curage entre l'amont du bassin d'aviron et le barrage de Larçay. Entre la boucle de Cangé et le barrage de Larçay, les données de 2002 restent fragmentaires.

On note une relative stabilité des fonds moyens entre 1987 et 2002 sur environ 1,5 km en amont du barrage et une légère tendance au dépôt sur les fonds min (+ 20 cm). Entre les Pk 22 et 23,2, la zone de dépôt s'est reconstituée avec un rehaussement des fonds moyens pouvant dépasser 1 m.

En aval de Rochechinard, nous disposons, pour les comparer avec les données de 1988, de levés réalisés en 1992 entre le pont Saint-Sauveur et le PK 15, et des levés ponctuels jusqu'au barrage de Savonnières.

Ces éléments sont reportés sur la figure suivante, avec la ligne d'eau relevée en août 2000 pour un débit comparable à celui s'écoulant les jours des levés des Grandes Forces Hydrauliques.



**Fig. 40. Evolution des fonds en aval de Rochechinard entre 1988 et 1995**

A la lecture de cette figure, il est évident que les fonds ne sont pas les mêmes qu'en 1932 : la ligne d'eau de 82 m<sup>3</sup>/s étant abaissée en aval des ouvrages, ce qui confirme le diagnostic réalisé précédemment sur la période 1932 -1988.

Entre le Pont Saint-Sauveur et le barrage de Grand Moulin, les fonds ne semblent pas avoir évolué depuis 1988. On remarquera que le pont Saint-Sauveur, dont les fondations des appuis ont été renforcées, paraît constituer un point dur sur le profil en long.

#### 6.2.4.2. RECALIBRAGE DU CHER EN AVAL DU PONT SAINT SAUVEUR

Dans les années 90 (a priori en 1995-1996), dans le cadre de l'aménagement du Technopole de Tours, la ville de Tours et la Société d'Équipement de Touraine réalisent l'aménagement hydraulique de la Vallée du Cher entre le Pont Saint Sauveur et le barrage du Grand Moulin.

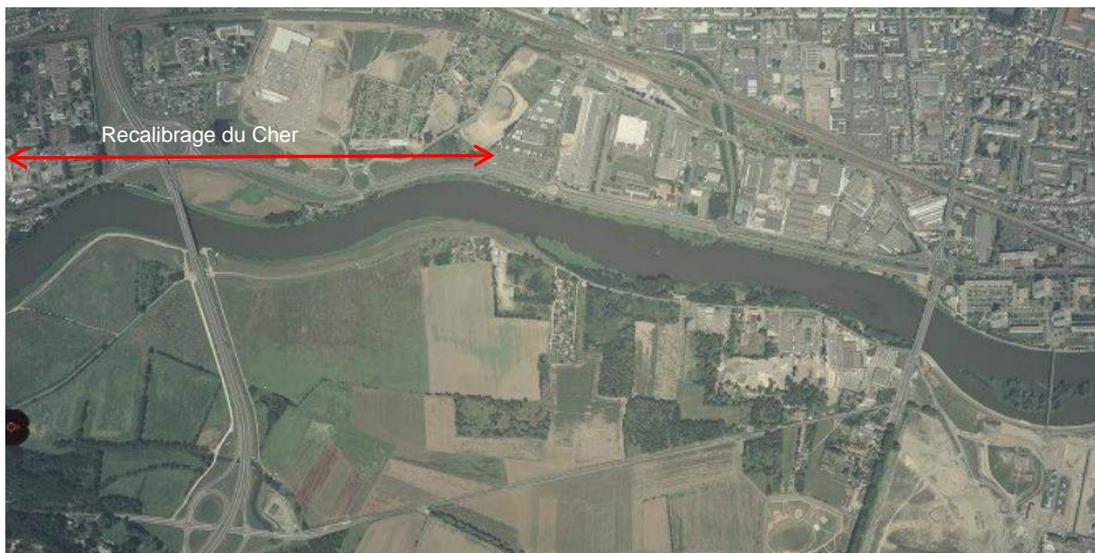
Il est prévu notamment :

- Un pont pour la rocade autoroutière ;
- Une digue en rive gauche du Pont Saint Sauveur jusqu'à la rocade autoroutière ;
- Un recalibrage du Cher sur une longueur d'environ 1 300 m, La largeur du lit est portée de 90 à 120 m au miroir.

*Cher en aval du Pont Saint Sauveur - 1981*



*Cher en aval du Pont Saint Sauveur - 2001*



**Fig. 41. Evolution du lit du Cher entre 1981 et 2001 (Aval Pont Saint Sauveur)**

6.2.4.3. EXTRACTIONS

6.2.4.3.1. **Drague permanente**

L'entreprise Guiaugue poursuit sur cette période son activité d'extraction dans la boucle de l'Ecorcheveau. En 1993, l'entreprise dit se trouver « confrontée à de graves difficultés d'approvisionnement du fait de la raréfaction des gisements disponibles ». Les extractions cesseront en 1995.

Sur la période 1987-1994, les relevés d'extraction sont les suivants :

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

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

**Le volume total extrait sur la période s'élève à 139 000 m<sup>3</sup>, soit en moyenne 17 000 m<sup>3</sup>/an.**

**En amont**, sur la commune d'Azay-sur-Cher (Sablières Moles) les extractions se poursuivent dans le bief du barrage de Veretz, en amont du pont d'Azay, avec des volumes moyens toujours de l'ordre de 7 000 m<sup>3</sup>/an (sur la base des relevés 1987 - 1991). Nous ne disposons pas de relevés postérieurs à 1991, et on peut supposer que cette exploitation s'est arrêtée également dans les années 1990.

#### 6.2.4.4. EVALUATION DU BILAN SEDIMENTAIRE SUR LA PERIODE 1985 - 2002

Nous nous intéressons à cette période située après l'opération de curage massif et se terminant en 2002 par les levés bathymétriques du bassin d'aviron (plan de localisation joint en annexe 2).

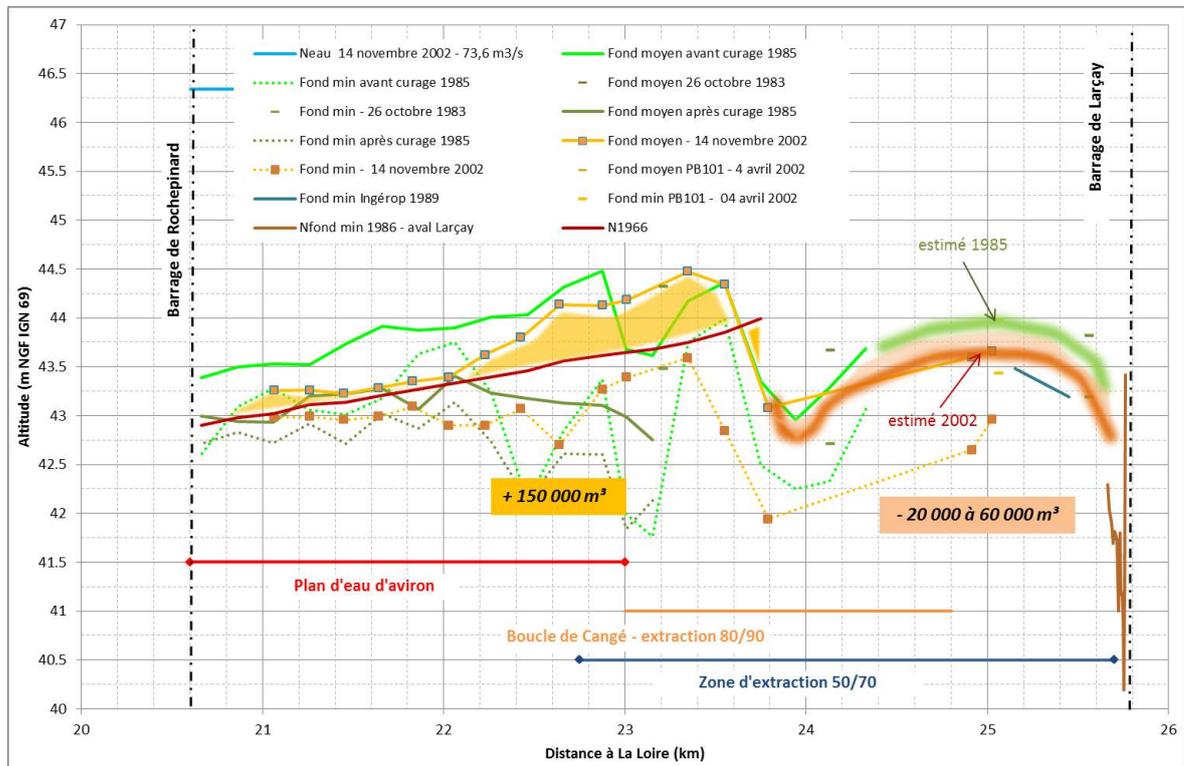
L'incertitude majeure concerne la bathymétrie des fonds, entre l'amont du bassin d'aviron et le barrage de Larçay que ce soit au début ou à la fin de cette période. Les levés existants sont en effet très fragmentaires.

Pour diminuer cette incertitude, nous allons considérer comme état initial de cette période l'état avant curage, les volumes extraits lors de cette opération, et les volumes extraits par la drague permanente en amont paraissant relativement bien connus.

La figure ci-dessous reporte les hypothèses prises et l'évaluation du bilan de l'évolution du lit entre mi - 1985 et novembre 2002.

Sur l'emprise de la zone aménagée du Cher, c'est l'écart de 2002 par rapport au projet de 1966 qui est mesuré (+ 150 000 m<sup>3</sup>). Comme cet écart était de +280 000 m<sup>3</sup> en 1985, le bilan de l'évolution du lit s'élève à - 130 000 m<sup>3</sup> entre 1985 et 2002.

<sup>2</sup> Le rapport entre Tonne et m<sup>3</sup> est directement issu des bases de prix utilisées pour l'établissement des redevances. Par exemple, pour l'année 1990, les bases de prix sont : 1,08 F le m<sup>3</sup>, 0,70 F la tonne



**Fig. 42. Bilan de l'évolution du lit entre 1985 et 2002**

Sur la même période, les extractions sont estimées à :

- 400 000 m<sup>3</sup> pour l'opération de curage massif de 1985-1986 ;
- Sur la base des relevés d'extraction, 190 000 m<sup>3</sup> de mi 1985 à 1995.

Soit un total de 590 000 m<sup>3</sup> extraits.

Le bilan global du tronçon s'élève donc à : - 130 000 (perte zone aménagée) – 20 000 à 60 000 (érosion amont) + 590 000 (exportations), soit + 400 000 à 440 000 m<sup>3</sup> pour 17,5 ans, soit 23 000 à 25 000 m<sup>3</sup> de sédimentation par an.

Les termes de ce bilan montrent une nouvelle fois que l'érosion régressive ne peut fournir à elle seule le volume de matériaux déposés dans le plan d'eau d'aviron.

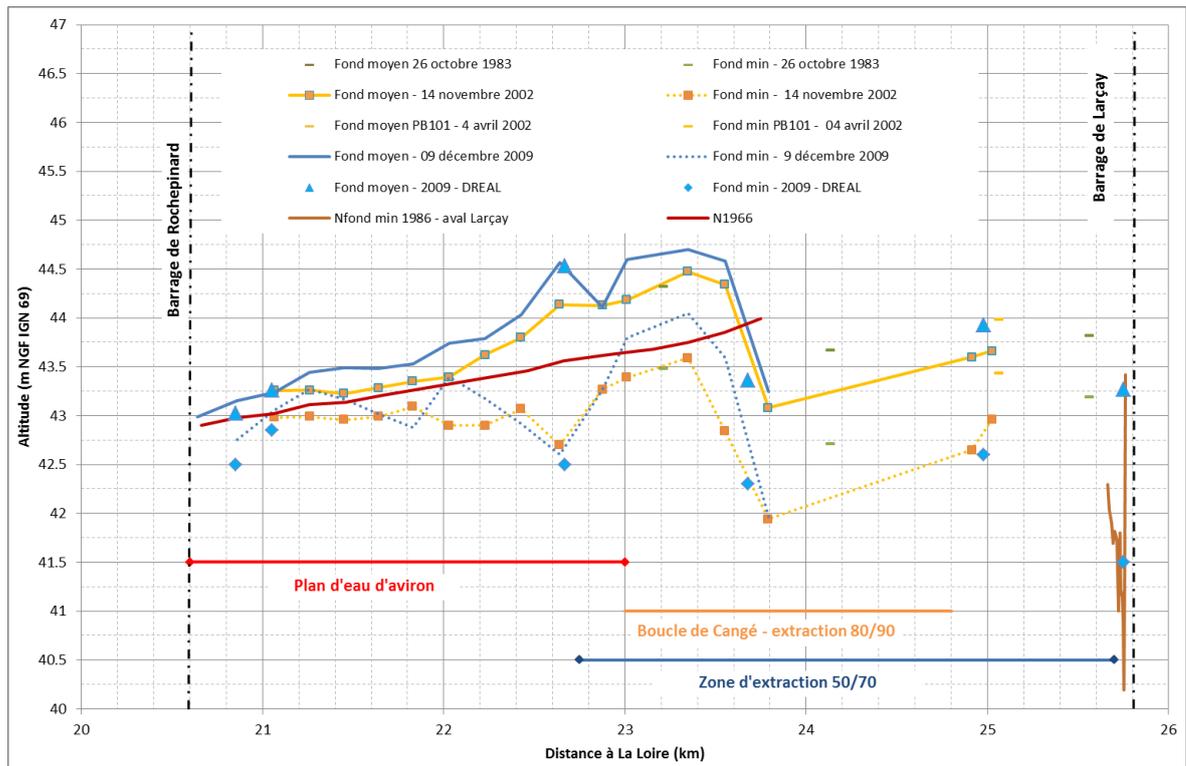
## 6.2.5. La période 2002 - 2009

### 6.2.5.1. EVOLUTION DU PROFIL EN LONG

Entre Larçay et Rochepernard, cette évolution est connue sur la base des levés suivants :

- Profil en travers bathymétrique local en avril 2002 ;
- Profils en travers bathymétriques du bassin d'aviron (novembre 2002 et décembre 2009) ;
- Profils en travers bathymétriques de la DREAL (octobre 2009).

Ces éléments sont reportés sur la figure suivante, avec, pour chaque levé bathymétrique le fond le plus bas du profil et le fond moyen (fond moyenné à partir des pieds de berge).

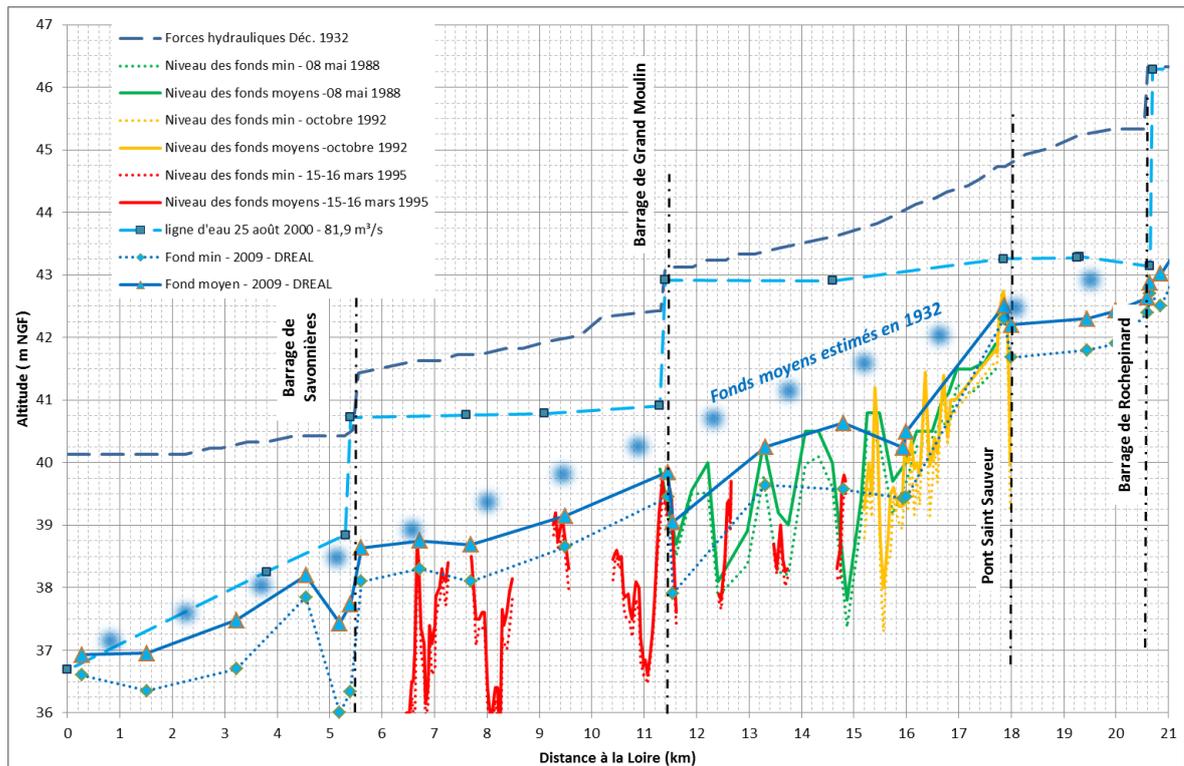


**Fig. 43. Evolution des fonds dans la retenue de Rochempinard entre 2002 et 2009**

Entre la boucle de Cangé et le barrage de Larçay, les données de 2009 restent, comme celles de 2002, fragmentaires.

Dans cette période où les extractions sont absentes, on note la poursuite de la sédimentation du bassin d'aviron (sauf à proximité du barrage de Rochempinard), et, à partir des données disponibles, a priori une très faible sédimentation entre le barrage de Larçay et la boucle de Cangé.

En aval de Rochempinard, nous disposons, pour les comparer avec les données des années précédentes, des profils en travers bathymétriques de la DREAL levés en 2009. Ces levés sont relativement espacés, ce qui rend la comparaison avec les années précédentes délicate.



**Fig. 44. Evolution des fonds en aval de Rochempinard entre 1988 et 2009**

En se positionnant précisément sur les points levés en 2009, les fonds moyens n'auraient pas évolué depuis 1988 et/ou 1995. Seul le point au PK 14.8 pourrait montrer en 2009 un exhaussement. Positionné à la rupture de pente des fonds, et vers le queue de la retenue habituelle du barrage de Grand Moulin, une sédimentation à ce point paraît cohérente. Mais compte tenu de la très faible densité des levés, cette évolution nécessite d'être précisée par d'autres levés.

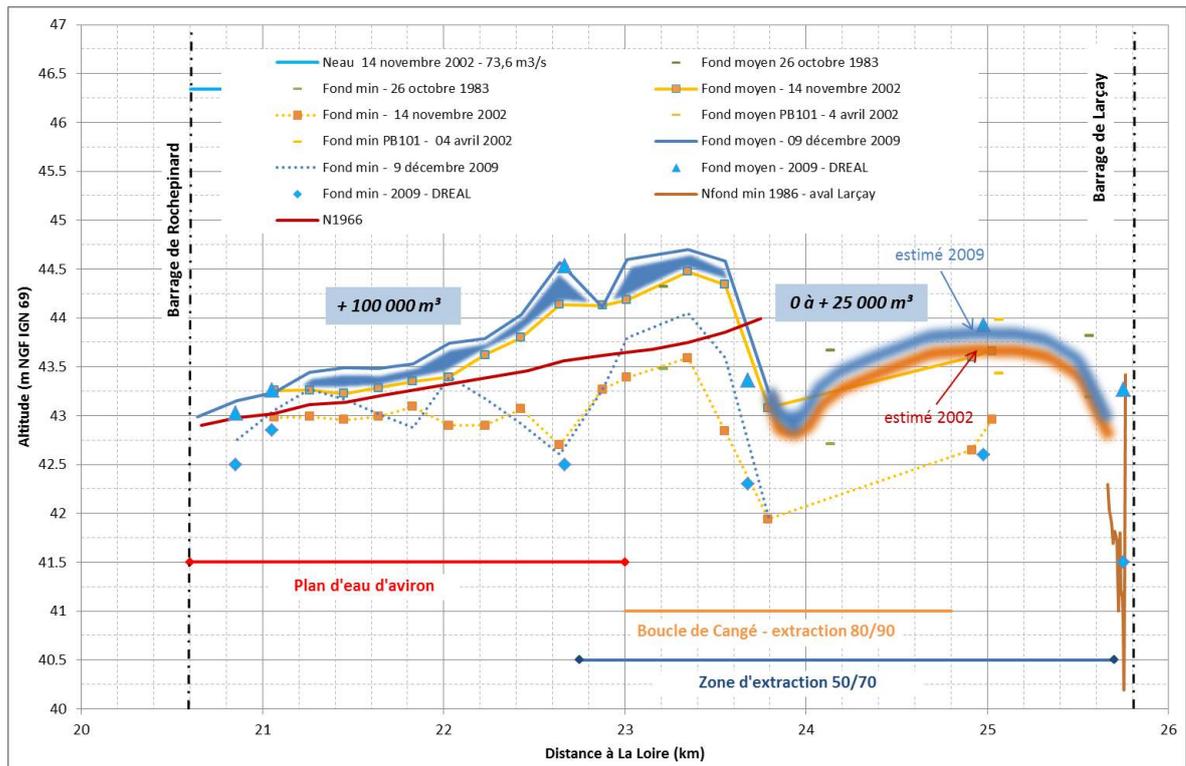
#### 6.2.5.2. EVALUATION DU BILAN SEDIMENTAIRE SUR LA PERIODE 2002 - 2009

Nous nous intéressons à cette période située entre deux levés comparables du bassin d'aviron.

L'incertitude majeure concerne toujours la bathymétrie des fonds, entre l'amont du bassin d'aviron et le barrage de Larçay que ce soit au début ou à la fin de cette période. Les levés existants sont en effet très fragmentaires.

La figure ci-dessous reporte les hypothèses prises et l'évaluation du bilan de l'évolution du lit entre novembre 2002 et fin 2009 (octobre et décembre).

Sur l'emprise de la zone aménagée du Cher, on évalue la sédimentation à environ 100 000 m<sup>3</sup>. Entre l'amont du bassin d'aviron et le barrage de Larçay, il y a stabilité ou légère sédimentation.



**Fig. 45. Bilan de l'évolution du lit entre 2002 et 2009**

Compte-tenu de l'absence d'extractions sur cette période, le bilan global du tronçon s'élève donc à : + 100 000 (sédimentation zone aménagée) + 0 à 25 000, soit + 100 000 à 125 000 m<sup>3</sup> pour 7 ans, soit 14 000 à 18 000 m<sup>3</sup> de sédimentation par an.

Pour le tronçon en aval du barrage de Rochepinard, en prolongeant le calcul réalisé entre le Pont Saint-Sauveur et le barrage de Grand Moulin sur la période 1932 – 1988 en aval jusqu'au barrage de Savonnières, et dans le temps jusqu'en 2009, l'érosion estimée du fond du lit s'élèverait à 480 000 m<sup>3</sup> (360 000 m<sup>3</sup> dans le bief de Grand Moulin + 120 000 m<sup>3</sup> dans le bief de Savonnières).

### 6.2.6. L'approfondissement de la Loire

En parallèle de ces évolutions du Cher, il est nécessaire d'examiner les évolutions du lit de la Loire à la confluence.

La chenalisation de la Loire pour la navigation ainsi que les extractions de sables ont créé une incision du lit vif.

Les abaissements cumulés du lit qui se traduisent par un enfoncement de la ligne d'eau en étiage ont été globalement très forts au siècle dernier.

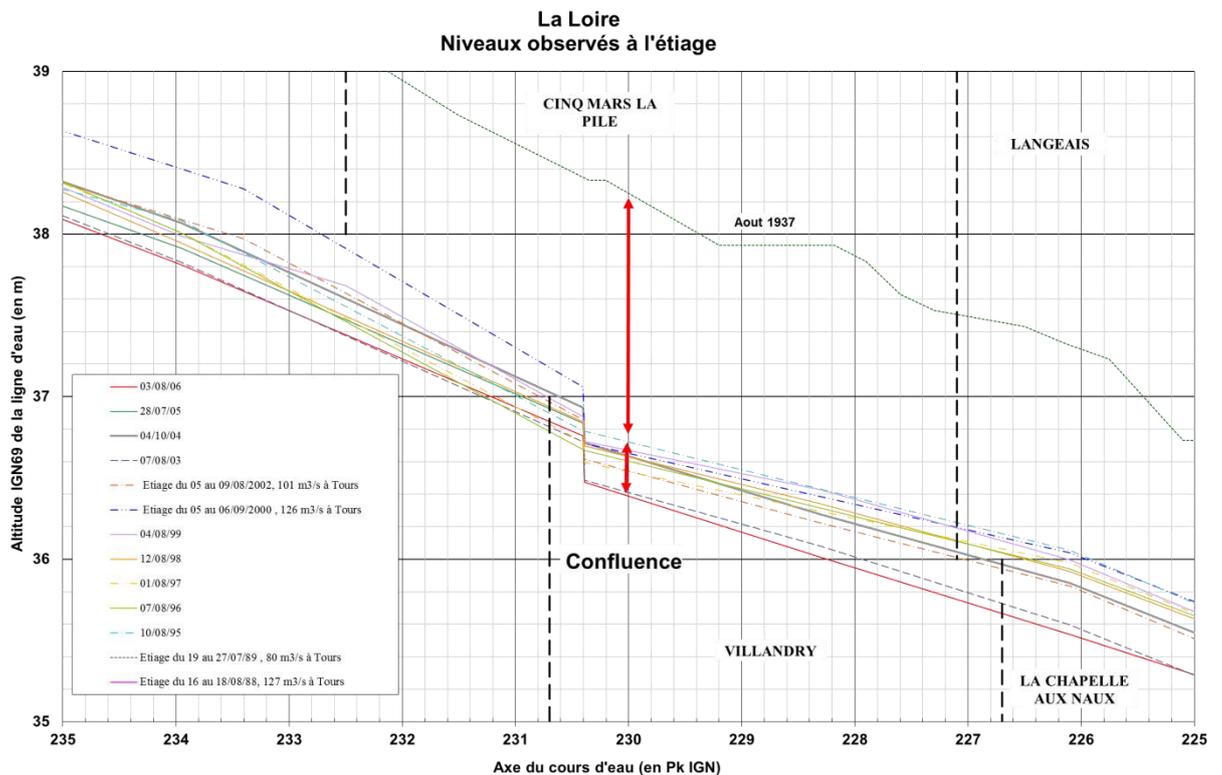
Les analyses réalisées sur la Loire au droit de la confluence avec le Cher concluent aux tendances suivantes (cf. Ginestet - 1999) :

- de 1986 à 1996 : enfoncement faible des fonds (2,50 cm /an)
- de 1996 à 1998 : faible remontée
- depuis 1996 il y a des évolutions locales en + et en –.

Les levés d'août 1937 montrent qu'un abaissement de l'ordre de 1,50 m a eu lieu entre les années 1937 et 1995 (cf. figure page suivante), soit un enfouissement annuel de 2,5 cm identique en amplitude à celui constaté sur la période 1986-1996.

Les tracés des lignes d'eau d'étiage (cf. figure page suivante) montrent les évolutions en altitude des niveaux d'étiage et donc des fonds. Les niveaux observés au droit de la confluence varient entre les cotes 36,40 et 36,7 m NGF, sur la période 1996/2006.

La comparaison des niveaux observés, en tenant compte des variations de débits correspondantes montre localement un léger approfondissement en moyenne entre 1996 et 2006 (~ 0,20 m), mais avec une certaine stabilité entre 2000 et 2006.



**Fig. 46. Lignes d'eau d'étiage de la Loire**

Côté Cher, les profils de la DREAL de 2009 montre, pour le dernier profil, 275 m en amont de la confluence, un fond minimum à 36.6 m NGF, donc au-dessus de la ligne d'eau d'étiage de la Loire. Un radier est visible en effet sur le Cher à ce niveau.

L'abaissement important sur la Loire entre 1937 et les années 80 ou 90 s'est donc sans doute propagé sur le Cher par érosion régressive, jusqu'à être limité par ce radier.

## **6.3. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ET SEDIMENTAIRE DU CHER**

### **6.3.1. Généralités sur le transport de sédiments**

Le transport solide dans les cours d'eau est un élément complexe à appréhender et fait encore aujourd'hui l'objet de nombreuses recherches scientifiques. Classiquement, le transport solide se divise en 3 modes principaux :

- Le charriage (transport sur le fond), qui concerne les sables, graviers et galets ;
- Le transport en suspension **des matériaux du lit**, qui concernent les sables de 0,05 à 0,5 mm ;
- Le transport des matériaux de lessivage du bassin versant, soit typiquement les limons (< 0,05 mm), qui n'ont aucune interaction avec les matériaux du lit.

Il n'y a pas de discontinuité entre les différents modes, et les tailles de sédiments mentionnés ci-dessus sont des ordres de grandeur qui peuvent varier en fonction des caractéristiques de l'écoulement.

Pour la réalisation de l'étude, **puisque le sujet est la morphologie du lit**, nous nous intéresserons essentiellement aux deux premiers modes de transport, le troisième ayant une importance plus limitée.

Dans un cours d'eau naturel, le débit liquide, le débit solide à évacuer et la taille des matériaux sont déterminés par la géographie du bassin versant. Le cours d'eau va adapter sa morphologie pour permettre d'évacuer ces matériaux avec le débit liquide reçu. C'est essentiellement la pente, la largeur et la profondeur qui vont être les variables d'ajustement.

Sur un tronçon alluvial donné, dont la morphologie est en équilibre vis-à-vis des entrées liquides et solides, le transport solide dépend essentiellement du débit liquide, de la granulométrie des matériaux du lit, et de la pente de la ligne d'énergie (ou ligne de charge), ainsi que, de façon moins importante, de la largeur de l'écoulement.

Pour évaluer le transport solide, il est nécessaire de quantifier ces paramètres. Ce travail est mené avec les outils, données ou méthodes suivantes :

- Débits liquides : les débits classés sont utilisés pour obtenir la répartition moyenne des débits. Ces données sont issues d'une analyse sur les débits journaliers. Du fait de la dynamique lente des crues du Cher, ces données incluent les crues sur la période d'observation ;
- Granulométrie des matériaux du lit : les éléments relatifs aux prélèvements et analyses réalisés dans le cadre de la présente étude sont présentés ci-après ;
- Pente de la ligne d'énergie de l'écoulement : une modélisation hydraulique 1D est réalisée dans ce cadre, elle est également développée plus loin ;
- La largeur est donnée par les données topographiques et bathymétriques, ou par les photographies aériennes pour les périodes non couvertes.

### 6.3.2. La nature et la granulométrie des sédiments

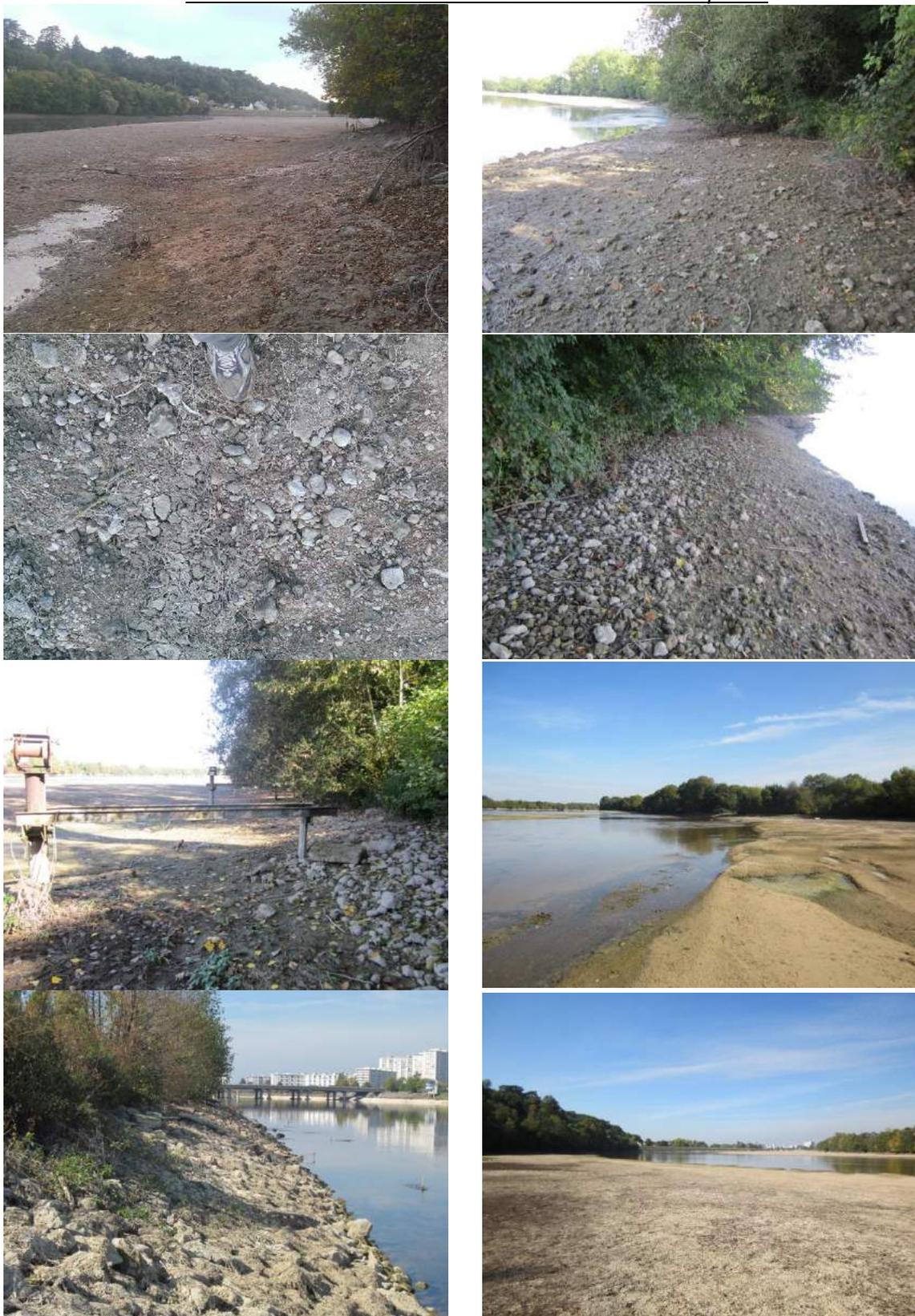
#### 6.3.2.1. RECONNAISSANCE DE TERRAIN

Les photographies ci-dessous illustrent la nature des fonds ou des berges rencontrées au cours de nos reconnaissances de terrain.

*Entre Veretz et l'Ecorcheveau*



*Ecorcheveau- extrémité amont de la retenue de Rochepinard*



*Amont Petit barrage de Rochepinard – bras rive gauche*



*Aval Savonnières – confluence avec la Loire*



#### 6.3.2.2. DONNEES DISPONIBLES EN AMONT (CHATRE-SUR CHER)

Des données sont disponibles au droit du barrage de Châtre-sur-Cher situé à environ 70 km en amont du barrage de Rochepinard. Elles ont été recueillies au cours d'une étude réalisée par Artelia sur ce même barrage.

**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

**RAPPORT FINAL**

Dans le cadre de cette étude, 21 prélèvements superficiels ont été effectués dans la retenue (en moyenne 1 tous les 200m) et 4 carottes ont été prélevées sur des profondeurs respectives de 0,43, 0,55, 0,63 et 1,22m.

10 échantillons ont donné lieu à des analyses granulométriques : 8 prélèvements de surface (dont 3 en aval du barrage ; bras rive droite, bras rive gauche et confluence) et 2 échantillon extraits des carottes pour 0,60 m et 1,20 m de profondeur.

Les résultats sont fournis ci-après.

**RESULTATS DES ANALYSES GRANULOMETRIQUES**

| Références              |                          | 1    | 2      | 3      | 4     | 5     | 11        | 12        | 6     | 7     | 8     | 9    | 10   |
|-------------------------|--------------------------|------|--------|--------|-------|-------|-----------|-----------|-------|-------|-------|------|------|
| Points                  |                          | 16   | 15 RD  | 15 RG  | 14 RD | 14 RG | Car RGB   | Car RG    | 10 RD | 10 RG | 07 RG | 04   | 02   |
| Distance au barrage (m) |                          | -620 | -190 D | -150 G | 150 D | 150 G | 195 C 0,6 | 200 C 1,2 | 810 D | 810 G | 1350  | 1690 | 2110 |
| Profondeur d'eau (m)    |                          | 3,70 | 0,90   | 0,95   | 0,95  | 1,10  | 1,60      | 1,30      | 1,18  | 1,13  |       |      |      |
| Analyse argiles < 2mm   | Argile < 2 µm en %       | 1,5  | 1,8    | 1,5    | 1,3   | 3,1   | 0,1       | 0,8       | 4,3   | 2,1   | 0,7   | 2    | 3    |
|                         | Limons 2 à 20 µm en %    | 0,2  | 0,4    | 0,4    | 0,8   | 0,9   | 1,2       | 0         | 0,7   | 0,3   | 0,3   | 0,3  | 0,8  |
|                         | Limons 20 à 50 µm en %   | 0,4  | 0,2    | 0,4    | 0,5   | 0,7   | 0,7       | 0,5       | 0,3   | 0,4   | 0,2   | 0,3  | 1    |
|                         | Sables 50 à 200 µm en %  | 3    | 1,8    | 1,2    | 0,4   | 0,3   | 0,2       | 0,4       | 0,4   | 0,3   | 0,2   | 0,2  | 0,9  |
|                         | Sables 0,2 à 0,5 mm en % | 29,8 | 32     | 28,7   | 1,5   | 21,7  | 6,8       | 8         | 12,8  | 9,8   | 18,1  | 15,4 | 37,9 |
|                         | Sables 0,5 à 1 mm en %   | 58,7 | 56     | 59,9   | 33,1  | 60,6  | 58,3      | 52,4      | 53,7  | 58,7  | 66,1  | 57,9 | 39,9 |
| Sable 1 à 2 mm en %     | 6,4                      | 7,8  | 8      | 62,5   | 12,6  | 32,7  | 38        | 27,9      | 28,4  | 14,4  | 23,8  | 16,6 |      |
|                         |                          | 100  | 100    | 100    | 100   | 100   | 100       | 100       | 100   | 100   | 100   | 100  | 100  |
| % de passant à 2mm      |                          | 21   | 50,3   | 11,4   | 39,1  | 84    | 85,5      | 39,7      | 46,4  | 89,8  | 89    | 54   | 26,4 |
| % > 2mm                 |                          | 79   | 49,7   | 88,6   | 60,9  | 16    | 14,5      | 60,3      | 53,6  | 10,2  | 11    | 46   | 73,6 |
|                         | 2 à 5 mm en %            | 76,7 | 39,7   | 85     | 12,5  | 4,6   | 1,4       | 23,9      | 16,8  | 1,5   | 0,4   | 6,4  | 45,5 |
|                         | > 5 mm en %              | 2,3  | 9,9    | 3,6    | 48,3  | 11,5  | 13,2      | 36,4      | 36,7  | 8,7   | 10,6  | 39,6 | 28,1 |
|                         | D50 mm                   | 3    | 2      | 3      | 4,5   | 0,75  | 0,9       | 3         | 2,5   | 0,85  | 0,75  | 1,5  | 3    |

**Tabl. 12 - Résultats d'analyses granulométriques (barrage de Châtre sur Cher – 41)**

**L'analyse de la granulométrie montre des fonds composés de limons, sables et graviers, avec un diamètre médian variant de 0,75 à 4,5 mm.**

### 6.3.2.3. PRELEVEMENTS ET ANALYSES REALISES DANS LE CADRE DE LA PRESENTE ETUDE

Des prélèvements de sédiments ont été réalisés dans la retenue de Rochepinard et ont été suivis d'analyses granulométriques afin de qualifier la nature et la granulométrie des sédiments transportés par le Cher.

Les prélèvements ont été réalisés le 22 avril 2015, avec un débit du Cher de 66 m<sup>3</sup>/s (consultation de la station vigicrues de Tours), par CETU Elmis Ingénieries.

#### 6.3.2.3.1. Localisation des mesures :

La localisation des points de mesures est indiquée sur la carte suivante. Les coordonnées approchées des points (RGF 93) sont les suivantes :

- Point 1 : x= 529 350 m y=6 699 120 m
- Point 2 : x= 529 330 m y=6 698 990 m
- Point 3 : x= 528 230 m y=6 699 390 m
- Point 4 : x= 530 310 m y=6 699 640 m



**Fig. 47. Localisation des points de prélèvements**

#### 6.3.2.3.2. Campagne de prélèvements

Les éléments suivants ont été prélevés (source : CETU Elmis Ingénieries) :

- Un ensemble de carottes sédimentaires sur le point 3. La profondeur d'eau était d'environ 2m. La carotte la plus longue a nécessité l'intervention d'un plongeur pour l'extraction, le bouchage et le relevage. Une partie du prélèvement contenu dans les carottes les plus courtes s'est vidée par gravité lors de la remontée ;



**Fig. 48. Carottes réalisées au droit du point 3**

- Deux carottes sur le point 1. La profondeur était d'environ 50 cm d'eau. La carotte la plus courte s'est aussi vidée en partie lors de la remontée du carottier ;



**Fig. 49. Carottes réalisées au droit du point 1**

- Un prélèvement au cône Berthois sur le point 4 n'a rien produit (3 essais ont été réalisés). L'intervention d'un plongeur confirme la nature du substrat constituée d'une dalle de roche mère affleurante<sup>3</sup> sur le 1/3 rive nord du Cher, au centre du chenal des blocs (supérieur à 10cm posés sur la roche mère) la partie sud n'a pas été prospectée ;
- Un prélèvement au cône Berthois sur le point 2 (sable homo-métrique).



**Fig. 50. Prélèvement au droit du point 2**

<sup>3</sup> Cette présence (ou alluvions anciennes consolidées ?) serait à confirmer par d'autres méthodes de sondage. Ce constat est cohérent avec une forte érosion régressive ayant enlevé toutes les alluvions meubles, et avec le ralentissement voire la stabilité actuelle, le substratum étant atteint (en fonction de sa résistance, l'érosion peut encore toutefois se poursuivre).



**Fig. 51.** Photographie des matériels de prélèvement

#### 6.3.2.3.3. Analyses granulométriques

Les analyses granulométriques brutes sont résumées dans le tableau suivant, et reportées sur la figure ci-après.

**Tabl. 13 - Résultats des analyses granulométriques**

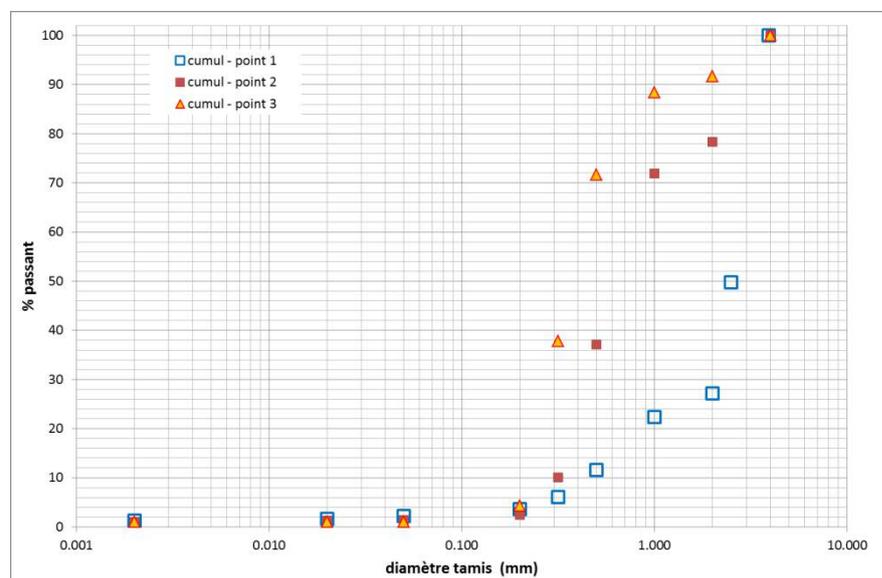
| intitulé                             | tamis (mm) | point 1<br>classe |
|--------------------------------------|------------|-------------------|
| Argile <0,002 mm.....                | 0.002      | 1.24 %            |
| Limon fin 0,002 à 0,020 mm.....      | 0.020      | 0.45 %            |
| Limon 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 %           |

**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

**RAPPORT FINAL**

|                                      |            | point 2 | point 3 |
|--------------------------------------|------------|---------|---------|
| intitulé                             | tamis (mm) | 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 % |

**Fig. 52. Granulométrie des trois prélèvements**

A partir de ces résultats, les valeurs caractéristiques en chaque point sont déterminées.

**Tabl. 14 - 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                  |

Les résultats sont cohérents avec les phénomènes de sédimentation dans le bassin d'aviron : dépôts plus grossiers en « queue » de retenue (points 1 et 2), dépôts fins en se rapprochant du barrage.

### 6.3.3. Modélisation hydraulique

Une modélisation 1D est réalisée sous HEC-RAS. Il s'agit d'une modélisation simplifiée : représentation schématique de la section du lit mineur, largeurs homogènes, lit majeur très simplifié. L'objectif est de visualiser l'allure et les pentes des lignes d'eau et des lignes d'énergie selon différentes configurations historiques, afin d'en mesurer l'incidence sur le transport de sédiments. Le tronçon Larçay – Rochempinard est toutefois introduit avec plus de précisions.

Cette modélisation est menée entre l'aval du barrage de Nitray et la confluence avec la Loire.

Plusieurs configurations sont simulées, pour représenter différentes années ou périodes.

Pour cette période antérieure à 1970, on ne connaît pas sur ce tronçon les cotes du fond du lit. Elles sont calées pour représenter la ligne d'eau relevée par les GFH, en fonction d'une estimation de débit le jour du levé. En aval de Rochempinard, cette méthode donne des résultats cohérents. En amont, la ligne d'eau représentée sur les GFH paraît anormalement horizontale : même avec des fonds très bas, le calcul de l'écoulement avec le débit estimé le jour du levé n'aboutit jamais à un tel résultat. On peut se demander s'il n'a pas été reporté directement le niveau au barrage sur l'ensemble du bief.

Les barrages sont pris en compte dans leurs caractéristiques principales, aiguilles enlevées. En effet, comme nous le verrons plus loin, les volumes de matériaux transportés par la rivière le sont quasiment exclusivement pour des débits supérieurs à 50 m<sup>3</sup>/s, soit pour les mois de novembre à juin. C'est justement la période où les aiguilles sont retirées (15 novembre à fin juin).

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 m<sup>3</sup>/s. Nous avons retenu les débits suivants :

- 22 m<sup>3</sup>/s : étiage (débit modélisé par Ingérop en 2002);
- 75 m<sup>3</sup>/s : estimation du débit lors du levé GFH (partie aval) ;
- 124 m<sup>3</sup>/s : estimation du débit lors du levé GFH (partie amont), également débit classé de fréquence 0.75 ;
- 173 m<sup>3</sup>/s : débit classé de fréquence 0.85 ;
- 285 m<sup>3</sup>/s : débit classé de fréquence 0.95 ;
- 520 m<sup>3</sup>/s : débit classé de fréquence 0.99.

### 6.3.4. Démarche réalisée pour l'évaluation du transport solide

La démarche consiste à réaliser des calculs de transport solide pour différents tronçons et différentes configurations, afin de quantifier globalement le fonctionnement sédimentaire du secteur d'étude, et ce, en cohérence avec les bilans exposés précédemment.

De multiples formules de transport solide existent. Trois formules semblent adaptées au contexte du Cher (rivière transportant du sable) : Engelund Hansen, Lefort 2007 et Recking 2013.

Pour chacune de ces formules, il est possible d'aboutir à des résultats globalement cohérents avec les bilans réalisés, mais en jouant sur la granulométrie prise en compte :

- Pour Engelund et Hansen, il est nécessaire ainsi de « forcer » la granulométrie à un diamètre médian de 3,8 mm, ce qui est plus gros que la granulométrie la plus grossière relevée ;

- Pour Lefort 2007, c'est la granulométrie du point 3, la plus fine, qui donne des résultats cohérents. Mais elle ne représente pas la plus grande part des volumes déposés ;
- Pour Recking 2013, c'est la granulométrie du point 2, intermédiaire entre les deux précédentes, qui donne des résultats acceptables.

Nous retiendrons donc par la suite cette formule.

Du fait de lignes d'eau fortement influencées par les ouvrages et aménagements, la pente de la ligne d'énergie est variable en fonction des débits : cette variabilité est incluse dans le calcul du transport solide.

Pour les débits classés, nous avons été amenés à considérer parfois les débits classés de la période d'analyse, pour tenir compte de la variabilité de l'hydraulicité du Cher.

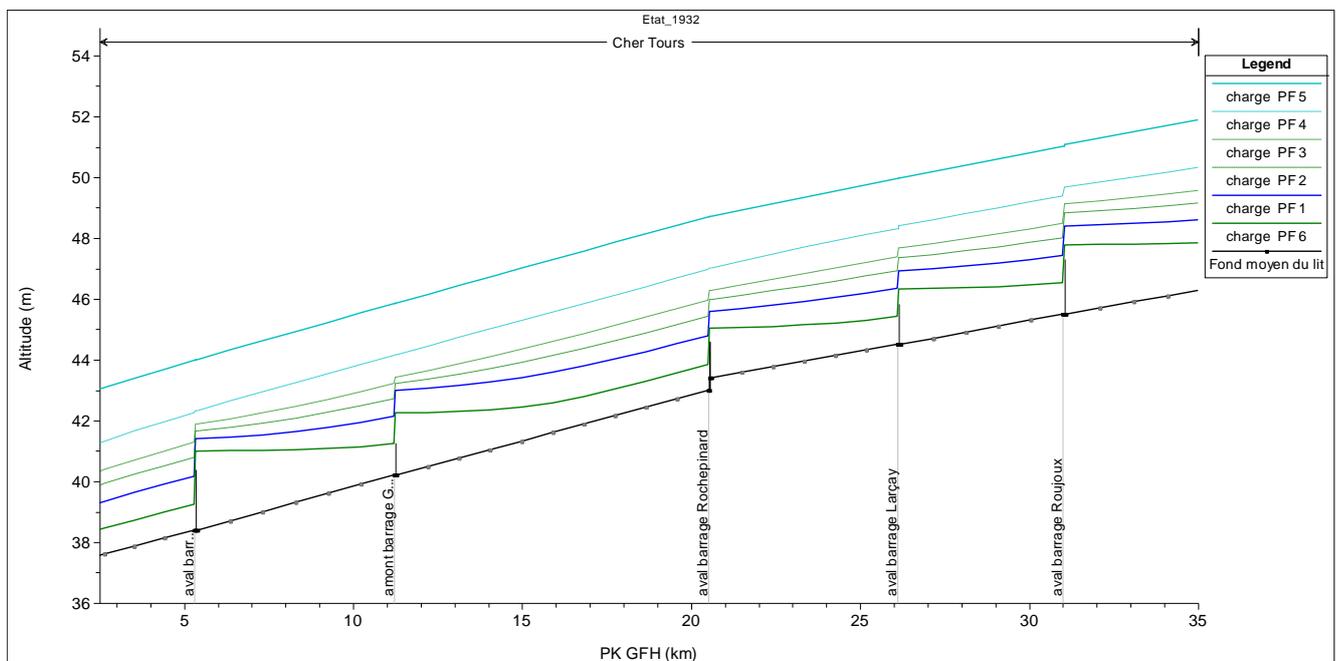
### 6.3.5. Analyse des impacts hydrauliques des ouvrages, aménagements et interventions

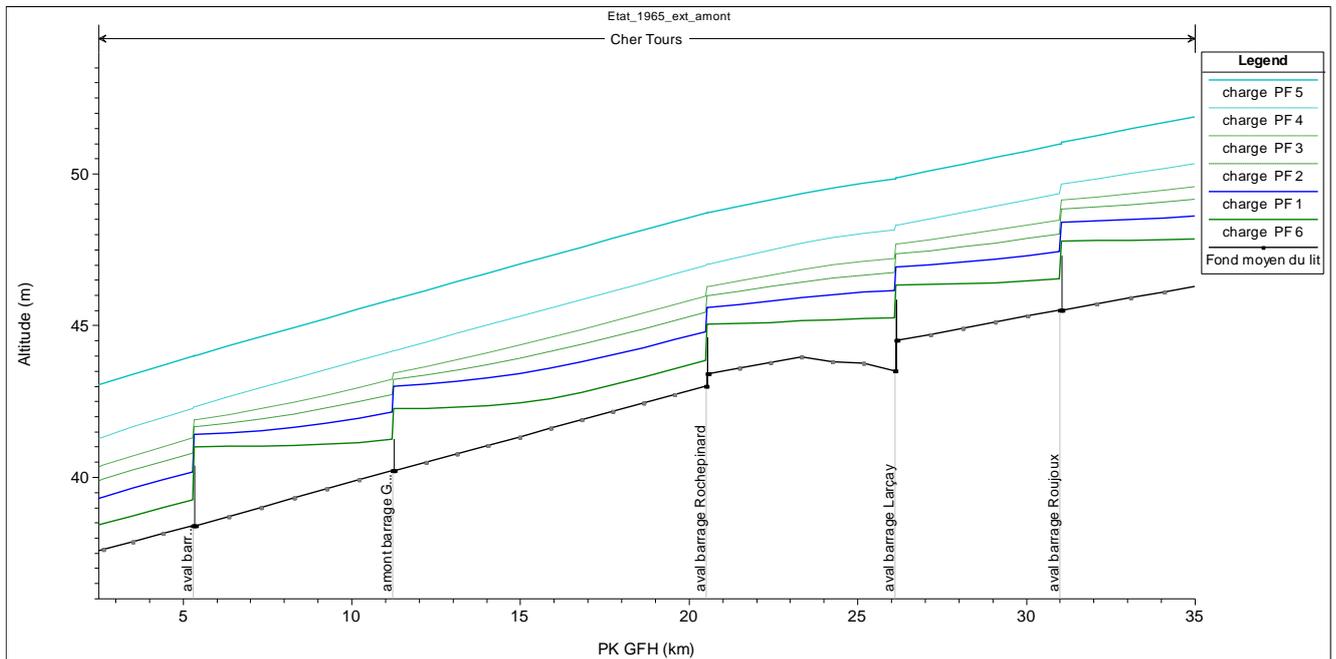
#### 6.3.5.1. CONFIGURATION AVANT L'AMENAGEMENT DU CHER

Deux variantes sont modélisées entre Larçay et Rocheminard :

- Fonds estimés avec une hypothèse de régularité du profil en long ;
- Fonds estimés en conséquence des extractions.

Les lignes de charge (assimilables aux lignes d'eau à cette échelle) sont représentées sur les profils en long ci-après.





**Fig. 53. Lignes de charge des deux variantes considérées avant travaux de recalibrage**

Pour les bas débits, les lignes de charge sont fortement influencées par les ouvrages, cette influence concernant une bonne partie du bief contrôlé par l'ouvrage (sauf pour le barrage de Grand Moulin). L'effet des extractions dans le bief de Larçay se traduit par un léger abaissement de la ligne de charge et de leur pente.

#### 6.3.5.2. INCIDENCES DE L'AMENAGEMENT DU CHER

Pour aider à évaluer et comprendre ces incidences, le modèle hydraulique est utilisé, en le modifiant pour intégrer l'aménagement du Cher, selon le projet de 1966. Les deux barrages de Rochempinard sont modélisés dans leurs caractéristiques et leur mode de gestion pris actuels. Le raccourcissement du linéaire de rivière entre Rochempinard et Larçay est également pris en compte.

Deux variantes également sont modélisées entre Larçay et Rochempinard :

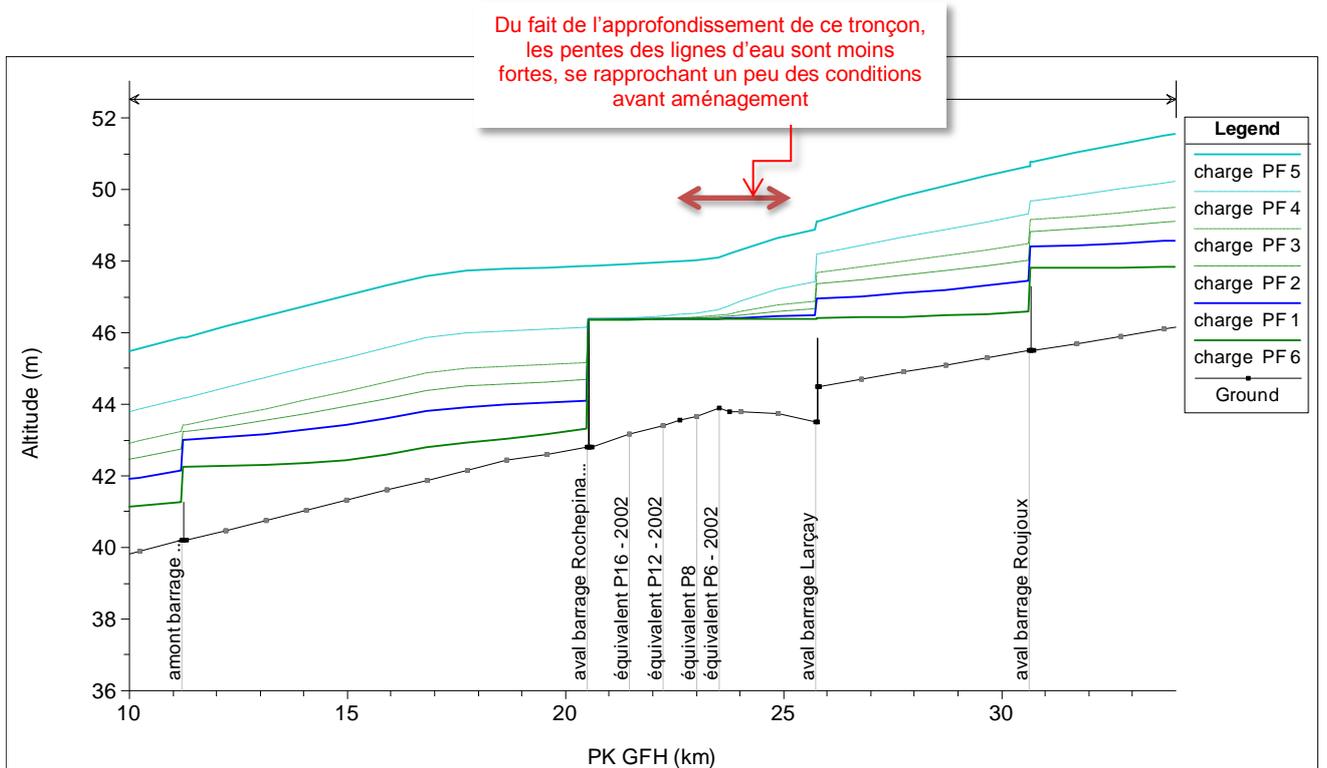
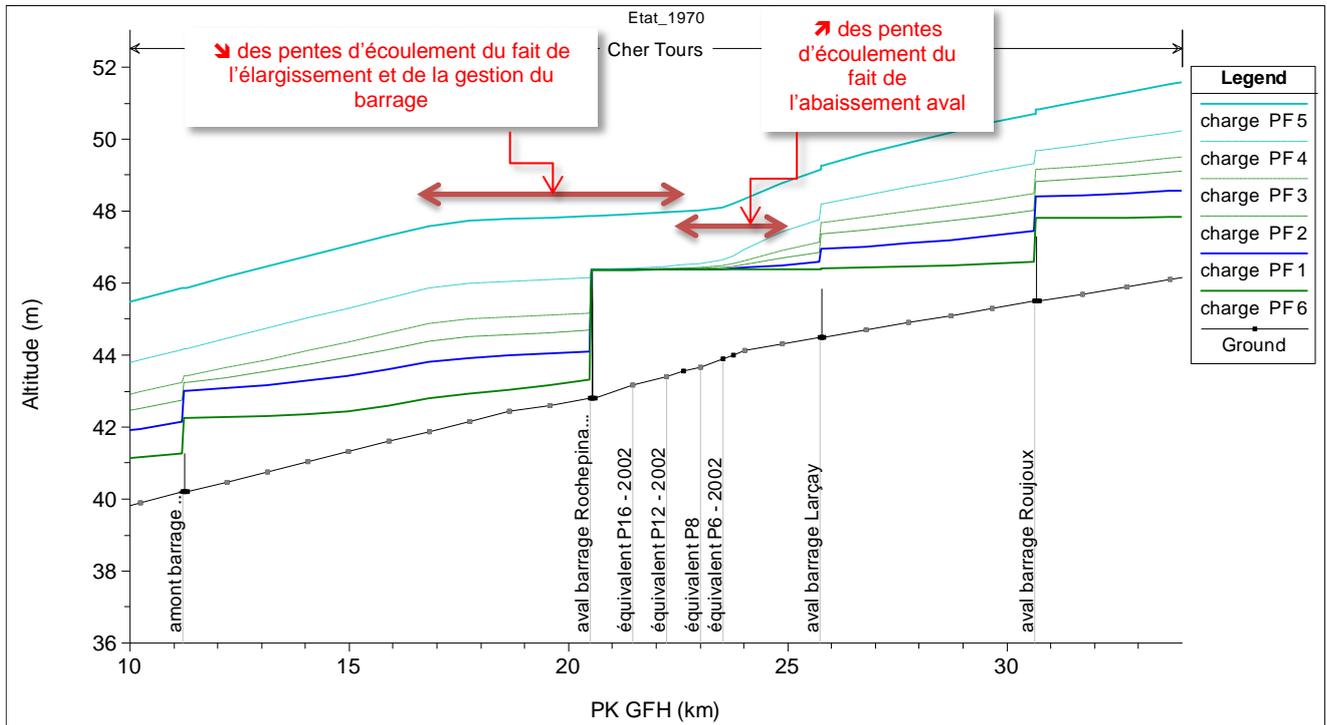
- Fonds estimés avec une hypothèse de régularité du profil en long ;
- Fonds estimés en conséquence des extractions précédentes.

Les lignes de charge (assimilables aux lignes d'eau à cette échelle) sont représentées sur les profils en long ci-après.

**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

**RAPPORT FINAL**



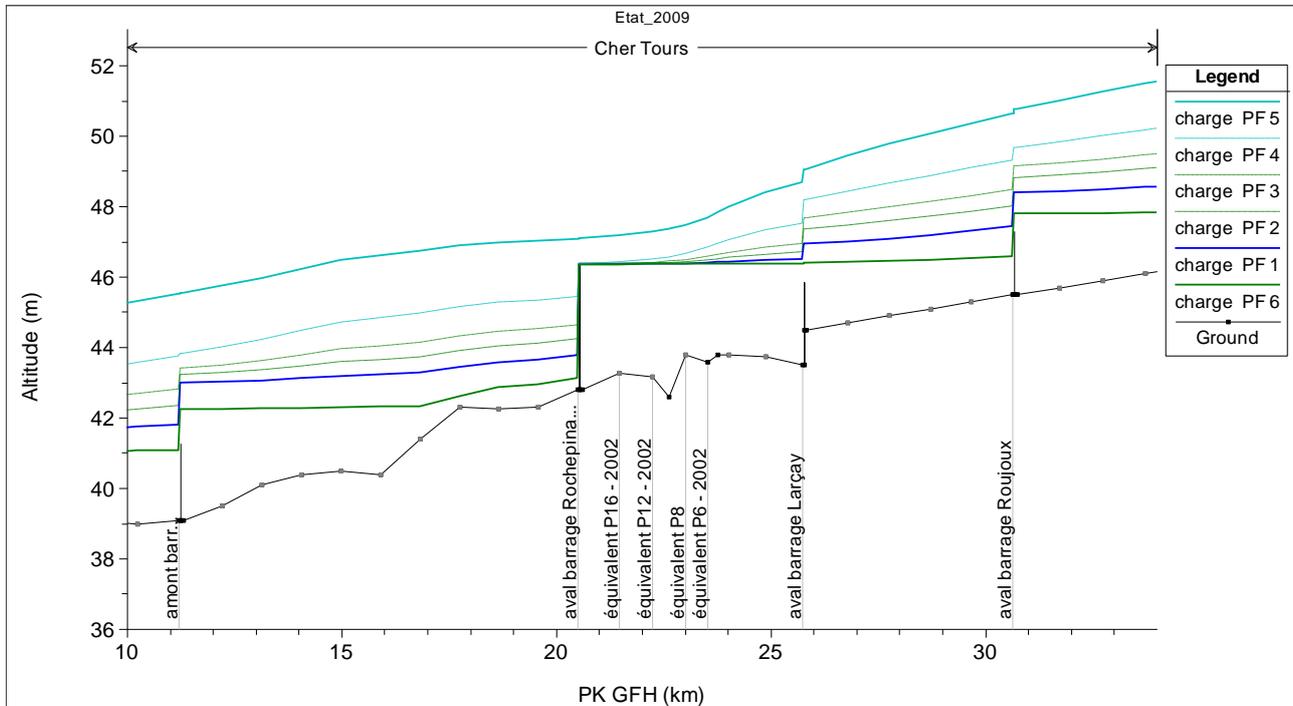
**Fig. 54. Lignes de charge des deux variantes considérées après travaux de recalibrage**

6.3.5.3. INCIDENCE DE LA CONFIGURATION DE 2009

En 2009, deux évolutions peuvent avoir des incidences hydrauliques par rapport à l'état de 1970 :

- La sédimentation dans le bassin d'aviron ;
- L'approfondissement du lit en aval du Pont Saint-Sauveur.

Pour cet état de 2009, les lignes de charge sont représentées ci-dessous.



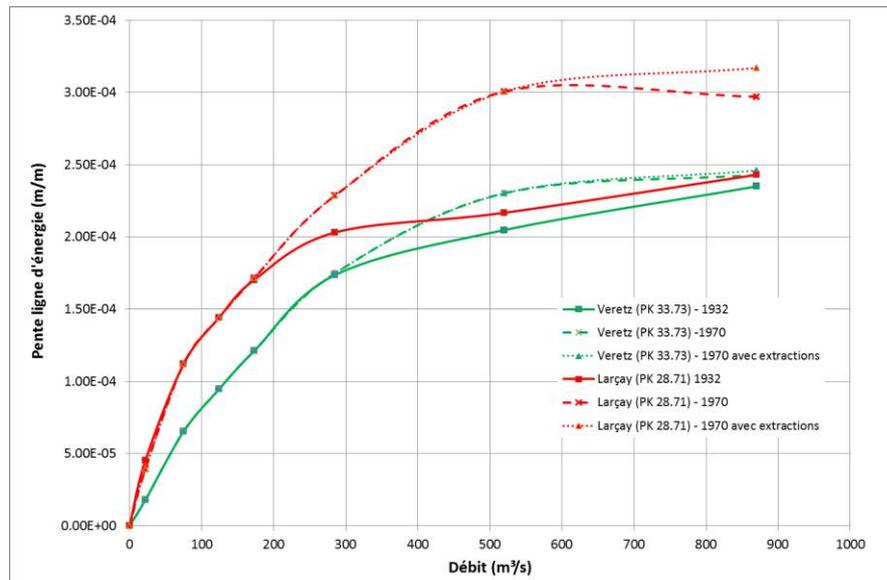
**Fig. 55. Lignes de charge pour l'état du lit de 2009**

En partant de l'aval (à l'instar du calcul en régime fluvial), il y a abaissement des lignes de charge en aval du Pont Saint-Sauveur, lié à l'approfondissement, qui se répercute en amont du barrage que lorsque celui-ci fonctionne en régime noyé, donc pour les crues les plus importantes.

Dans le bassin d'aviron et en amont, la sédimentation tend à diminuer et mieux répartir la pente de l'écoulement.

#### 6.3.5.4. ANALYSE DES EVOLUTIONS DES PENTES DE LA LIGNE D'ENERGIE

Pour mieux comprendre les incidences sur les pentes, leur variation en fonction de la configuration est représentée sur les figures suivantes.

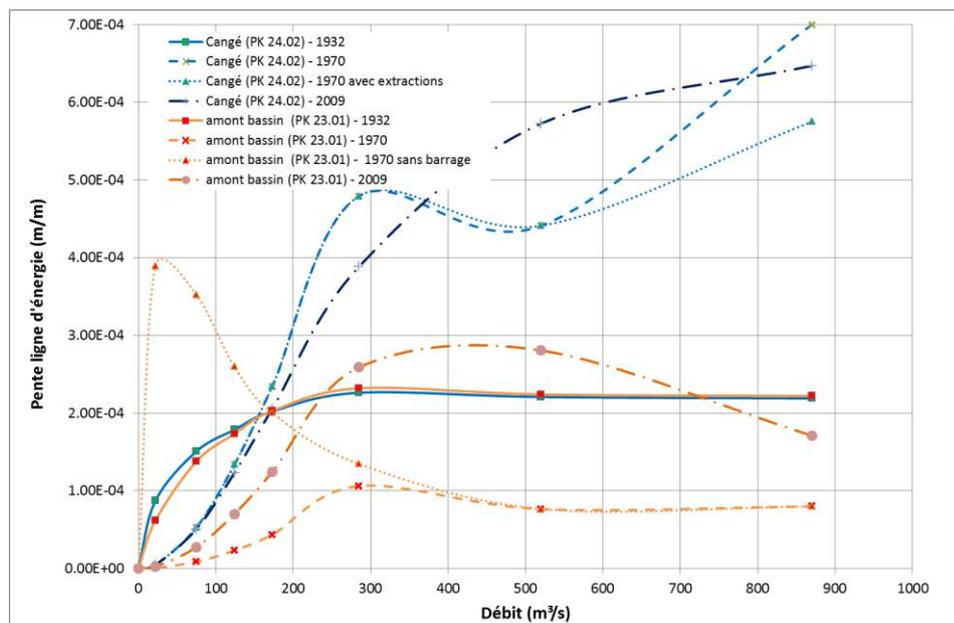


**Fig. 56. Variation de la pente de la ligne d'énergie en amont du barrage de Larçay**

Cette figure montre que l'incidence des aménagements du Cher remonte en amont du barrage de Larçay, et même en amont du barrage de Veretz (ou Roujoux), pour les débits les plus forts : l'abaissement de la ligne d'eau induite par l'aménagement se propage en amont des barrages, du fait du fonctionnement en régime noyé pour les débits importants. Les extractions en aval de Larçay ont le même effet (plus limité et ne remontant pas en amont du barrage de Veretz) du fait du léger abaissement des lignes d'eau qu'elles provoquent.

L'aménagement du Cher (et dans une moindre mesure les extractions) induit donc une augmentation de la capacité de transport relativement loin en amont.

La configuration de 2009 n'induit pas de modification significative sur ces biefs.



**Fig. 57. Variation de la pente de la ligne d'énergie entre le barrage de Larçay et l'amont du bassin d'aviron**

---

Dans la boucle de Cangé, l'augmentation de la pente est très forte pour les débits au-dessus de 200 m<sup>3</sup>/s. L'abaissement des lignes d'eau au niveau du bassin d'aviron du fait de l'élargissement entraîne l'apparition d'un tronçon avec des fortes pentes d'écoulement en amont immédiat, pour se raccorder sur les conditions d'écoulement plus en amont.

Cette augmentation de pente entraîne une hausse importante de la capacité de transport, qui entraîne elle-même l'érosion du fond (érosion régressive). L'approfondissement des fonds (soutenu par les extractions) permet de réduire en retour cette pente, mais qui reste globalement beaucoup plus forte que la pente antérieure.

Cette pente plus forte d'écoulement entraîne, par des vitesses plus élevées, des érosions de berges plus marquées : c'est bien ce qui a été constaté.

En 2009, il y a lissage de cette courbe des pentes, mais qui reste nettement au-dessus de la situation avant aménagement.

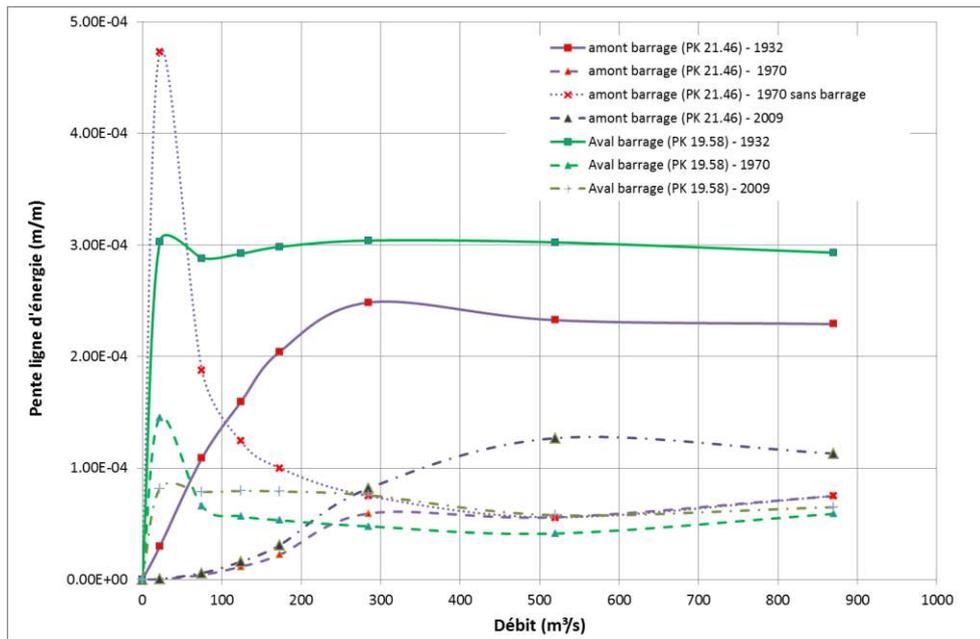
L'élargissement du lit au niveau du bassin d'aviron et, en aval, jusqu'au pont Saint-Sauveur, est la principale cause de la baisse très forte de la pente de la ligne d'énergie : pour des débits où le barrage commence à s'effacer, les pentes sont similaires en amont et en aval de l'ouvrage (voir figure suivante).

Directement dépendante de ces pentes<sup>4</sup>, la capacité de transport s'effondre au passage de cet élargissement.

Pour évaluer si une gestion différente du barrage pouvait permettre d'améliorer cette capacité, et donc permettre une augmentation de la pente de la ligne d'énergie, nous avons simulé une situation où les clapets seraient ouverts en permanence. En amont du bassin d'aviron, cette mesure n'est efficace que pour les débits inférieurs à 180 m<sup>3</sup>/s (dans ce cas la pente est supérieure à sa valeur avant aménagement). En amont du barrage, elle n'est efficace que pour des débits ne dépassant pas 100 m<sup>3</sup>/s).

---

<sup>4</sup> La capacité de transport dépend aussi, dans une moindre mesure, de la largeur du lit mineur. A pente égale, une largeur plus grande – ce qui est le cas ici – entraîne également une diminution de la capacité de transport.



**Fig. 58. Variation de la pente de la ligne d'énergie en amont et en aval du barrage de Rochepinard**

En 2009, en amont du bassin, les pentes redeviennent similaires à celles avant aménagement pour les débits les plus importants. En amont du barrage, l'évolution reste beaucoup plus limitée.

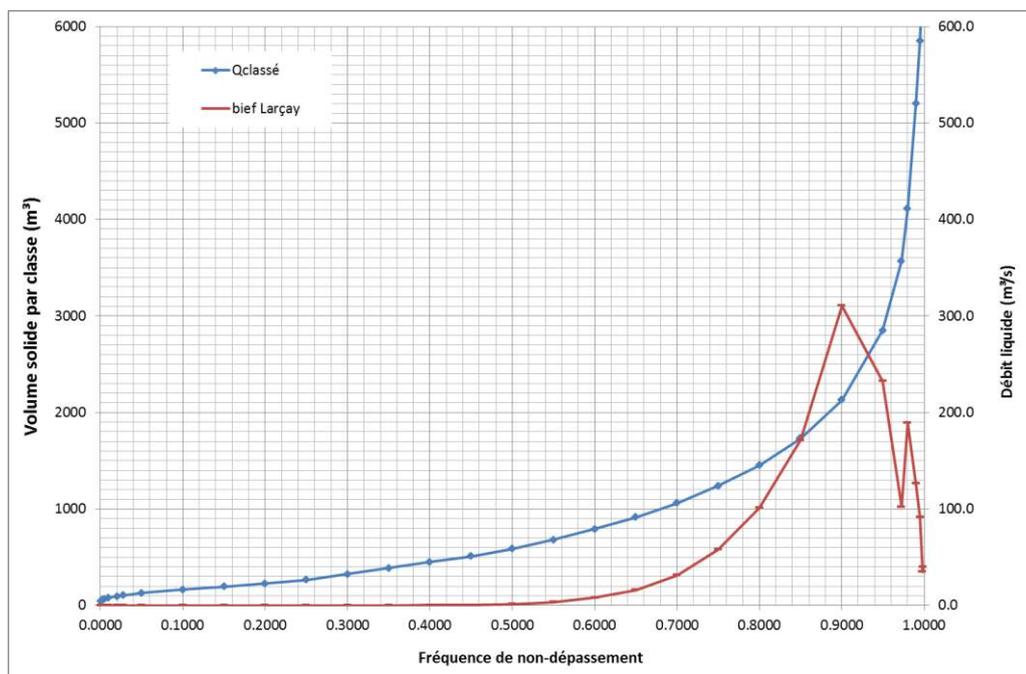
### 6.3.6. Estimation du transport solide

En différents tronçons du secteur d'étude, le calcul du transport solide (transport solide effectif si le lit est en équilibre, capacité de transport sinon) est réalisé pour les différentes configurations. Pour certaines d'entre elles, une période spécifique de calcul des débits classés peut être employée pour tenir compte de l'hydraulicité de la période, et être le plus réaliste possible vis-à-vis des estimations de bilan réalisées précédemment.

La figure ci-dessous représente le calcul réalisé pour le bief de Larçay, configuration de 1932, en indiquant le volume de chaque classe de débit classé (période complète). On voit que le volume annuel est essentiellement constitué de la contribution du transport ayant lieu pour des débits entre 150 et 350 m³/s.

**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

**RAPPORT FINAL**

**Fig. 59. Volumes transportés par débits classés, bief de Larçay, configuration 1932**

Le tableau et la figure qui suivent présentent les résultats pour les tronçons de calcul et les différentes configurations.

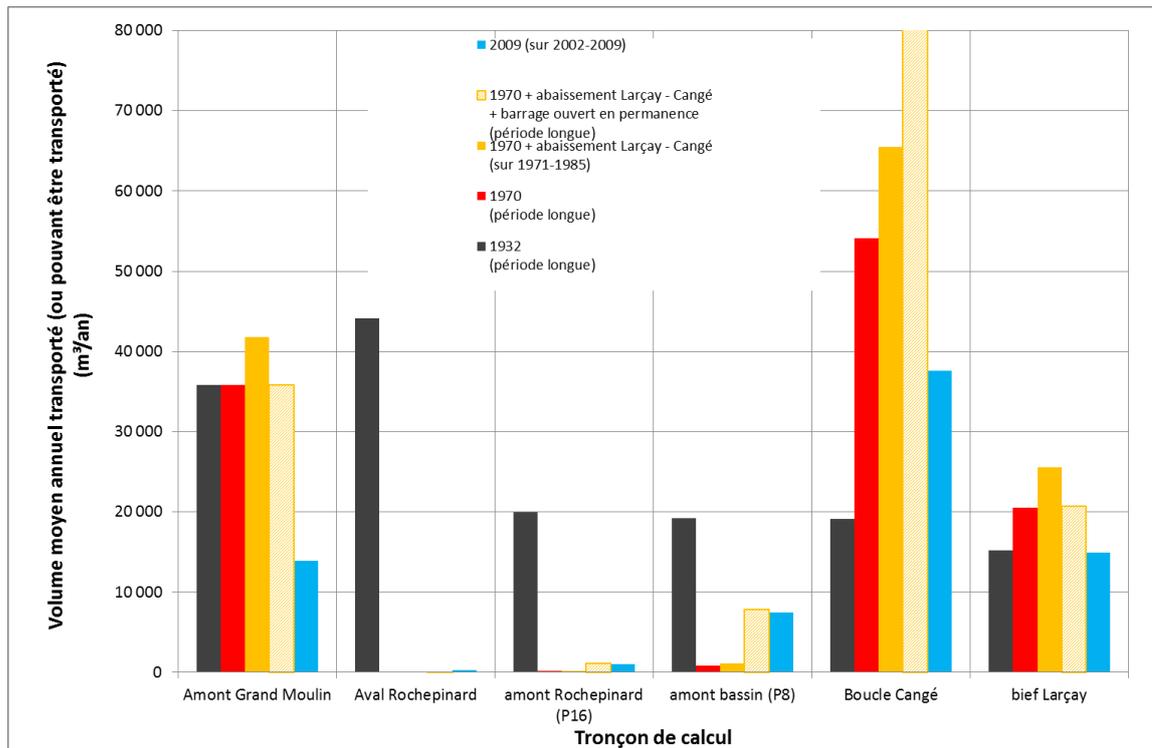
**Tabl. 15 - Estimation de transport solide ou de capacité de transport pour différentes configurations (en m<sup>3</sup>/an)**

| Configuration   | bief Larçay | Boucle Cangé | amont bassin (P8) | amont Rochempinard (P16) | Aval Rochempinard | 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                 |

Les volumes déposés sont la soustraction des volumes arrivants (bief Larçay) et de la capacité de transport en amont du barrage (P16). Ils sont globalement conformes aux bilans calculés, quoique un peu faible pour la période 1971 – 1985.

**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

**RAPPORT FINAL**

**Fig. 60. Estimation de transport solide ou de capacité de transport pour différentes configurations**

En **situation d'origine**, la capacité de transport est relativement constante en amont de Rochepinard.

En aval, elle devient plus forte dans les parties des biefs hors influence des barrages (cas des points choisis). Deux explications peuvent être avancées à cette évolution :

- La capacité de transport des biefs en amont de Rochepinard est plus faible que les apports, obligeant à des curages et entretiens fréquents. En aval de Rochepinard, la capacité redevient conforme aux apports ;
- Les fonds en aval de Rochepinard ont une granulométrie plus grossière que celle des apports (ce qui peut être dû à la présence d'alluvions d'origine ligérienne), qui permet au lit d'accepter cette capacité de transport plus élevée que les apports.

Les deux explications peuvent bien sûr se combiner.

En situation aménagée, la réduction (ou plutôt l'absence) de capacité de transport au sein de la partie élargie (par diminution de la pente de la ligne d'énergie et élargissement du lit) est évidente. Elle s'atténue en amont (mais seulement en amont) lorsque la sédimentation progresse (situation de 2009).

Cette rupture dans le transit sédimentaire entraîne un déficit d'apport en aval, dans un secteur de forte capacité de transport, ce qui rompt l'équilibre précédemment établi. Cela confirme l'érosion régressive constatée dans cette partie. On remarquera que les 480 000 m<sup>3</sup> estimé en érosion, s'ils se sont produits entre 1970 et 1985, représente une perte de 30 000 m<sup>3</sup>/an, similaire aux dépôts bloqués dans la partie aménagée.

En amont du bassin d'aviron, les capacités de transport plus fortes que la situation d'origine entraîne une érosion régressive. On notera que la capacité devient très forte barrage ouvert, ce qui peut expliquer les dégâts relatés en fin de travaux sur le barrage de Larçay (l'ouvrage de Rochepinard était resté ouvert).

### 6.3.7. En synthèse

- **La sédimentation dans la retenue est principalement la conséquence de l'élargissement du lit mineur du Cher lors des travaux d'aménagement.** Ces travaux constituent ainsi un obstacle à la continuité sédimentaire. **Le barrage et les niveaux d'eau qu'il maintient ont un rôle très secondaire ;**
- **Les sédiments se déposant dans le bassin d'aviron proviennent essentiellement du bassin versant du Cher en amont du secteur d'étude.** Durant les premières années, une partie des apports a pour origine l'érosion régressive, conséquence indirecte de l'élargissement, se propageant jusqu'au barrage de Larçay, mais également, dans une moindre mesure, au-delà. Aujourd'hui, les sédiments proviennent quasiment exclusivement du bassin versant amont ;
- **L'évolution dans la retenue va se poursuivre, tant que les capacités de transport ne seront pas rétablies.** Elle deviendra plus lente en amont, et se poursuivra en aval. La poursuite de l'érosion régressive (en amont) et progressive (en aval) est plus délicate à estimer, car elle dépend de la résistance des fonds. Si les fonds sont meubles, elle est vouée également à se poursuivre. En termes de profil en travers, **le Cher va continuer à chercher à retrouver sa largeur d'origine** (de l'ordre de 80 m) : c'est ce qui se produit en partie amont du bassin, et dans une moindre mesure en aval du barrage. La partie aval du bassin d'aviron, sous influence du barrage large, impose à la rivière une largeur identique (« à seuil étroit, rivière étroite, à seuil large rivière large »<sup>5</sup>) : c'est pourquoi les

<sup>5</sup> Expression de Philippe Lefort

fonds deviennent plats à proximité de l'ouvrage. Globalement cette sédimentation se fait à un rythme de 14 000 à 18 000 m<sup>3</sup>/an, rythme qui va décroître très lentement ;

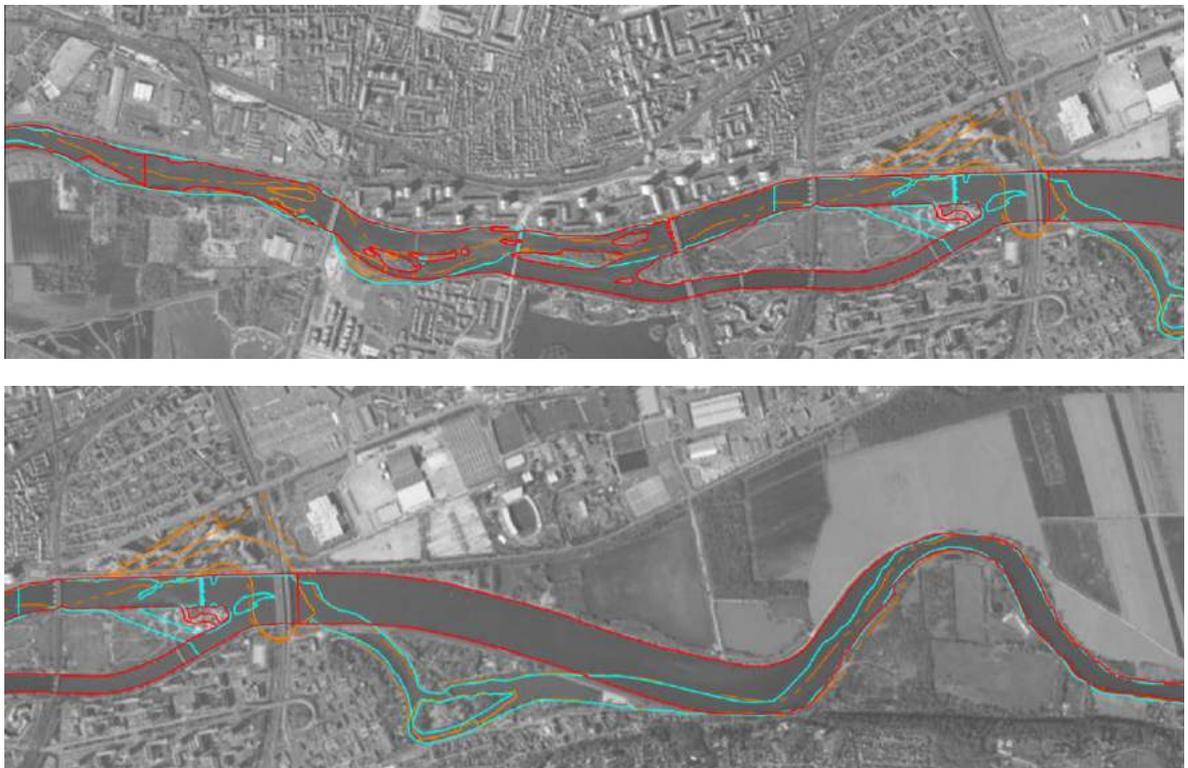
- A long terme, sans action sur ces phénomènes, **le risque d'inondation va croître régulièrement** ;
- Dans ce contexte, les interventions ne sont pas évidentes à proposer. Hormis un entretien régulier des zones de dépôts (avec transfert aval ?), une modification du mode de gestion des niveaux du barrage n'aura qu'un impact très limité.
- Sur la base d'un coût (tout à fait indicatif) de 25 à 30 € HT / m<sup>3</sup>, un transfert des sédiments du bassin d'aviron vers l'aval ou un autre site (Loire) à une distance de 15 à 20 km, représenterait tous les dix ans environ 4 à 5 M€ HT. Cet ordre de grandeur doit être bien sûr précisé : en fonction de la distance à parcourir, des moyens techniques, des aménagements des accès, des travaux préparatoires, des travaux de remise en état, des mesures de réduction ou de compensation des impacts, etc.

### 6.3.8. Analyse diachronique des photographies aériennes

Une analyse diachronique de l'évolution du tracé en plan du Cher entre la confluence avec la Loire et le barrage de Veretz a été réalisée à partir de photographies aériennes de 1949, 1969 et 2010.

Elle est jointe en annexe 3. Des extraits sont fournis ci-après, notamment au droit de la traversée de Tours. Ils permettent de bien visualiser les travaux de recalibrage du Cher.

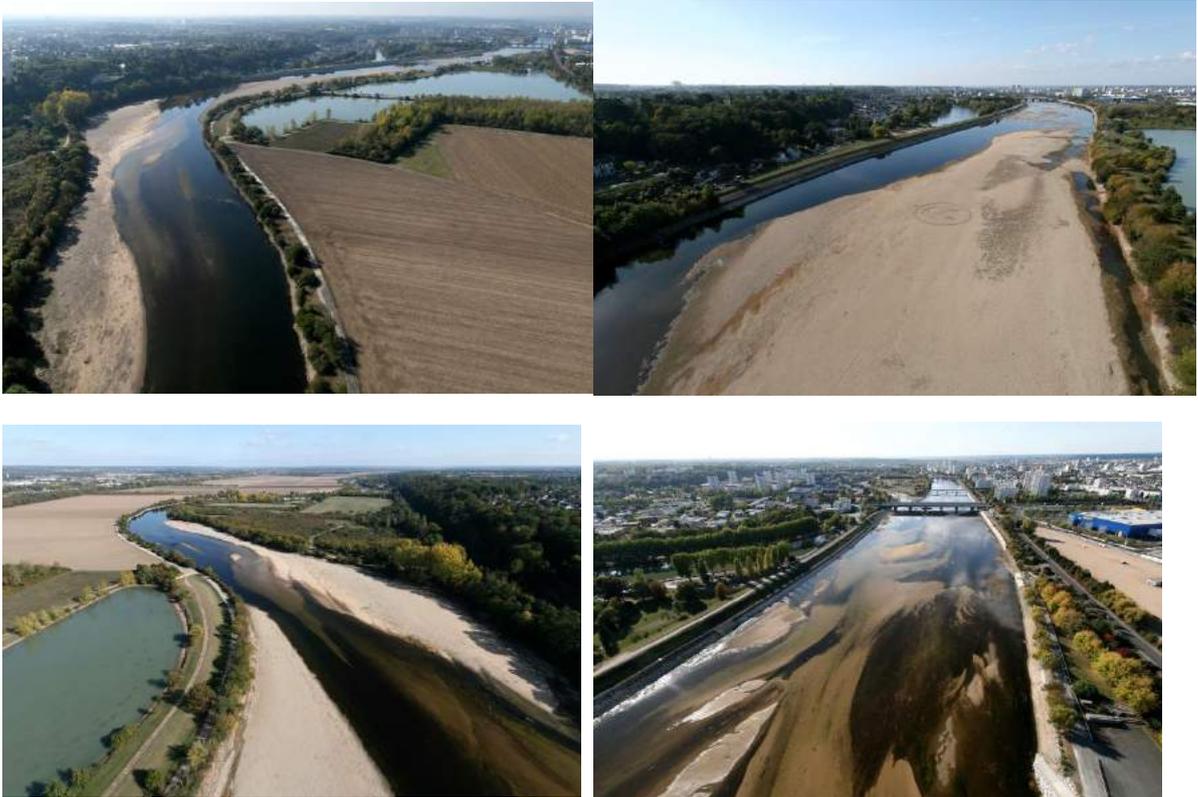
En revanche, les photographies aériennes disponibles ne permettent pas de constater les évolutions des bancs de sables dans la retenue de Rochepinard, car elles ont été réalisées en période de barrage haut.



**FIG. 61. Extrait analyse diachronique**

## 6.4. L'ETAT D'ENSABLEMENT ACTUEL DE LA RETENUE

Les photographies aériennes obliques ci-dessous permettent d'observer l'ampleur des bancs de sables en 2009.



La photographie aérienne ci-après, prise en 2011, illustre l'état d'ensablement de la retenue :



## 6.5. LE VIRAGE DE L'ECORCHEVEAU

Ce virage est situé à l'extrémité amont du bassin d'aviron. Le Cher s'appuie contre le coteau sud de sa vallée. A mi-hauteur de ce coteau se trouve la RD 976. Le chemin en pied de coteau, le long du Cher, est menacé par l'érosion de la berge.



**Fig. 62.** Situation du virage de l'Ecorcheveau et du tronçon de berge exposé à l'érosion

En trois endroits, le chemin en pied a complètement disparu. Les promeneurs ont de fait créé un nouveau chemin, particulièrement étroit et dangereux, en remontant vers le haut de plusieurs mètres. Il s'agit du seul passage possible près de la rivière, le chemin pourrait bientôt être fermé à la circulation pour des raisons de sécurité. En trois autres endroits, le chemin en pied est érodé au point de devenir quasiment impraticable.



**Fig. 63.** Chemin le long de la berge et érosion (sous-cavage) au niveau de la retenue normale

Deux causes à l'érosion peuvent être avancées :

- Une érosion fluviale, la berge concernée étant située en extrados de coude ;
- Une érosion liée à l'agitation (batillage) du plan d'eau.

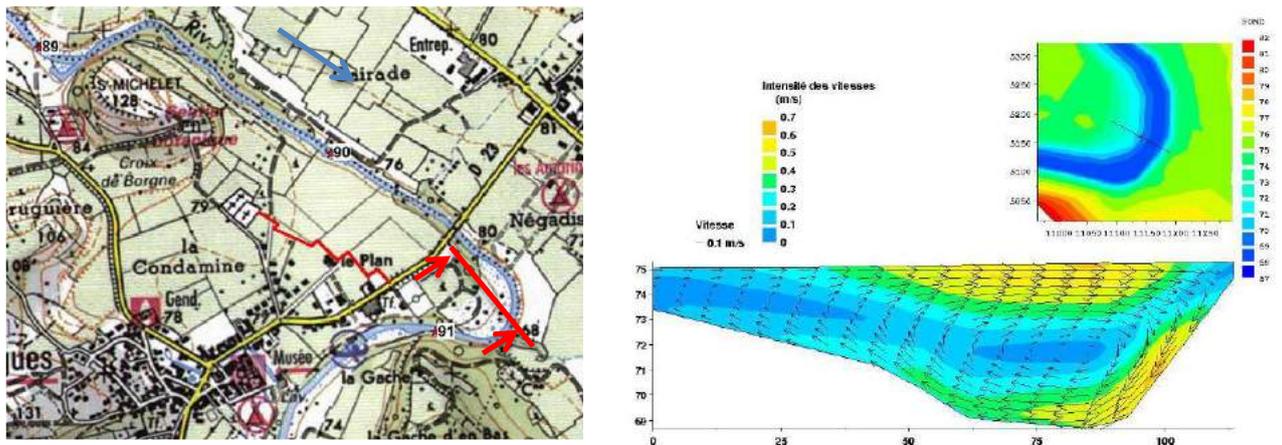
La baisse du plan d'eau lors du début de la période de chômage annuel du Cher peut également engendrer une instabilité de la berge (partie saturée en eau se trouvant alors perchée).

Il n'est cependant pas abordé ici la question de la stabilité d'ensemble du talus supportant la RD.

### 6.5.1. Erosion fluviale

L'érosion de la berge à l'extérieur (extrados) d'un coude est un phénomène classique de la morphodynamique fluviale.

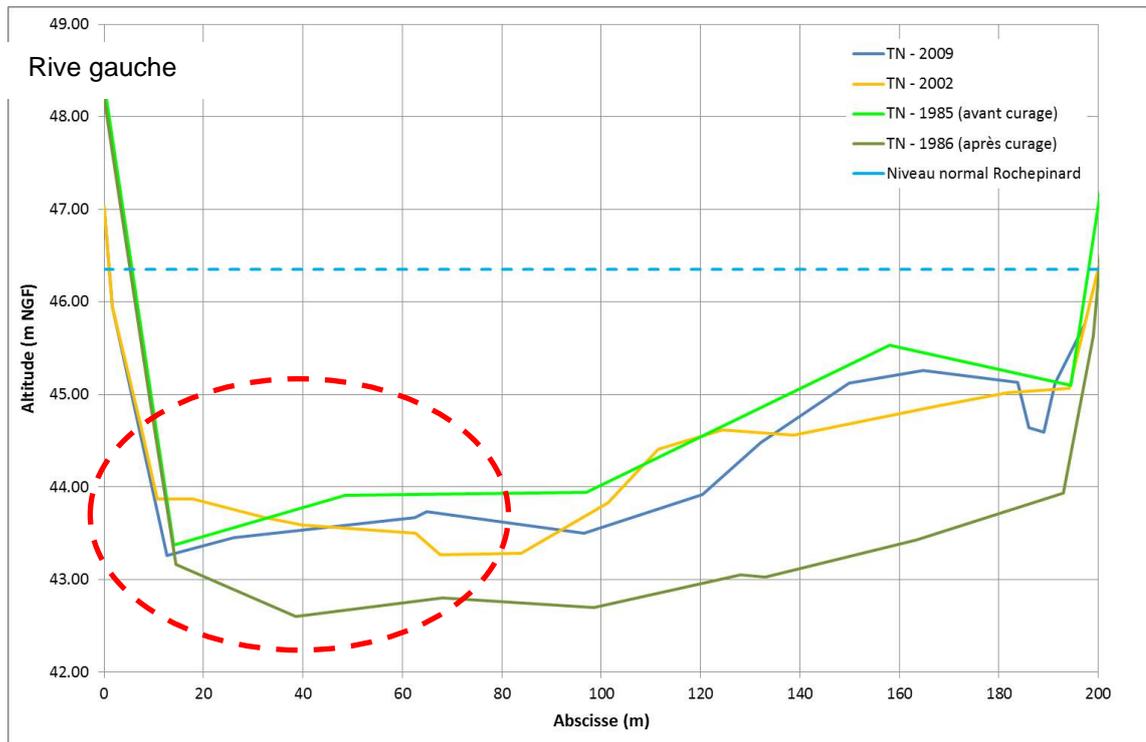
La distribution des vitesses d'écoulement n'est pas uniforme dans un coude. En surface, où les vitesses de l'écoulement sont les plus fortes, il y a déviation vers l'extrados ; vers le fond, où les vitesses sont plus faibles, il y a déviation vers l'intrados. Une particule en surface, tout en s'écoulant globalement vers l'aval, va donc être dévié vers la rive concave, puis plonger le long de cette rive, avant de remonter en direction de la rive convexe. Ce phénomène tri-dimensionnel entraîne une forte capacité d'érosion en extrados (vitesses fortes, écoulement dirigé vers le fond) et un dépôt en intrados (vitesses faibles, écoulement dirigé vers le haut).



**Fig. 64. Modélisation tri-dimensionnelle d'un coude, et cartographie des vitesses transversales dans une section (exemple de la Cèze, Gard)**

Dans le cas particulier de l'Ecorcheveau, le coude est situé précisément, longitudinalement, là où la capacité de transport globale décroît, et donc là où se produisent le début des dépôts dans la section élargie.

Cette tendance au dépôt peut amoindrir la tendance à l'érosion en extrados. En effet, le dépôt en intrados, plus alimenté, prend plus rapidement sa morphologie d'équilibre, et il y a moins « besoin » de creusement en extrados. La figure ci-après montre l'évolution du profil transversal au droit du virage de l'Ecorcheveau, en se basant sur les données du profil PT9, levé à plusieurs dates (et repéré sur la Fig. 62 page précédente).



**Fig. 65. Evolution du profil en travers du Cher au droit du virage de l'Ecorcheveau (PT 9)**

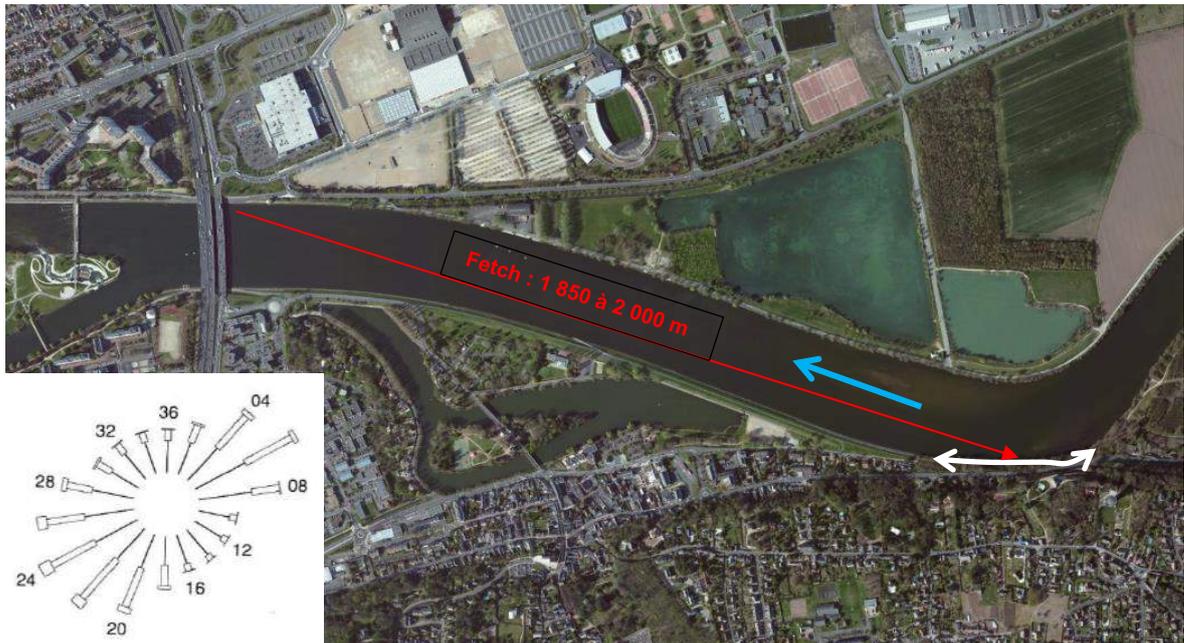
Cette analyse diachronique du profil en travers ne montre pas de tendance claire au creusement en extrados du virage : le fond est globalement stable entre 1985 et 2009.

En 2009, la pente de la berge sous le niveau de la retenue de Rochepinard est de l'ordre de 4H/1V. Bien qu'indicative (il faudrait des levés précis de la berge au fond), cette pente n'est pas représentative d'une berge raide et instable.

Ce phénomène d'érosion fluviale semble donc limité, et n'est sans doute pas déterminant pour expliquer l'érosion de la berge elle-même.

### 6.5.2. Erosion liée au batillage

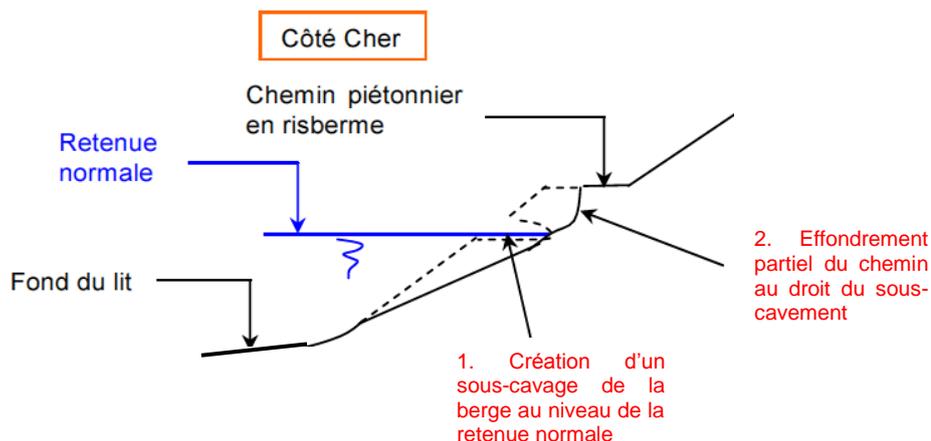
Le virage de l'Ecorcheveau se situe dans l'axe principal du bassin d'aviron. Quand les vents sont orientés ouest-nord-ouest, le fetch (distance sans obstacle sur laquelle le vent entraîne la formation des vagues) atteint entre 1 850 et 2 000 m selon où l'on se situe dans le virage.



**Fig. 66. Fetch face au virage de l'Ecorcheveau et rose des vents à Tours**

L'agitation du plan d'eau, calculé en fonction de ce fetch, peut être significative : 15 à 20 cm de vagues par vents modérés (6 m/s), plus de 50 cm de vagues pour des vents forts (20 m/s).

Bien que l'orientation du bassin ne soit pas celle des vents dominants, il suffit d'un nombre réduit de jours avec un vent orienté défavorablement pour produire une érosion importante de la berge. Les vagues engendrent ainsi un sous-cavage de la berge sous le chemin, au niveau de la retenue normale, entraînant ensuite un effondrement d'une partie de celle-ci.



**Fig. 67. Schéma de l'érosion due au batillage**

Ce phénomène avait été mis en évidence le long de la digue en aval, et avait conduit à des travaux de protection<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Syndicat du Cher Canalisé – Indre et Loire – Remise en état de la digue du Cher rive gauche à Saint-Avertin (37), AVP, SOGREAH Consultants, 2008

A titre indicatif, pour des vagues de 55 cm, il serait nécessaire de disposer d'une protection, si elle était réalisée en enrochements, de blocs de 25 cm minimum de diamètre.

Enfin, une berge rendue raide et instable par le batillage peut être plus sensible au glissement lors de la baisse du niveau du plan d'eau au début de la période de chômage annuel.

### 6.5.3. Conclusion

L'érosion de la berge dans le virage de l'Ecorcheveau est d'abord due au phénomène de batillage. L'érosion fluviale ne paraît pas déterminante.

Une protection de la berge autour du niveau de la retenue normale, sans doute possible en techniques végétales ou mixtes, est recommandée. Un suivi de la bathymétrie des fonds permettra de mettre en évidence à long terme l'évolution éventuelle du talus sous l'eau sous l'action de l'érosion fluviale et au besoin de réaliser des travaux complémentaires.

## 6.6. EVALUATION DE L'IMPACT HYDRAULIQUE A LONG TERME DU FONCTIONNEMENT SEDIMENTAIRE ACTUEL

L'analyse du fonctionnement sédimentaire actuel du Cher a montré que la sédimentation dans la retenue va se poursuivre, tant que les capacités de transport ne seront pas rétablies. L'objectif de cette partie est d'évaluer les conséquences pour les niveaux d'écoulement des crues d'une poursuite de cette sédimentation.

### 6.6.1. Modélisation hydraulique en crue

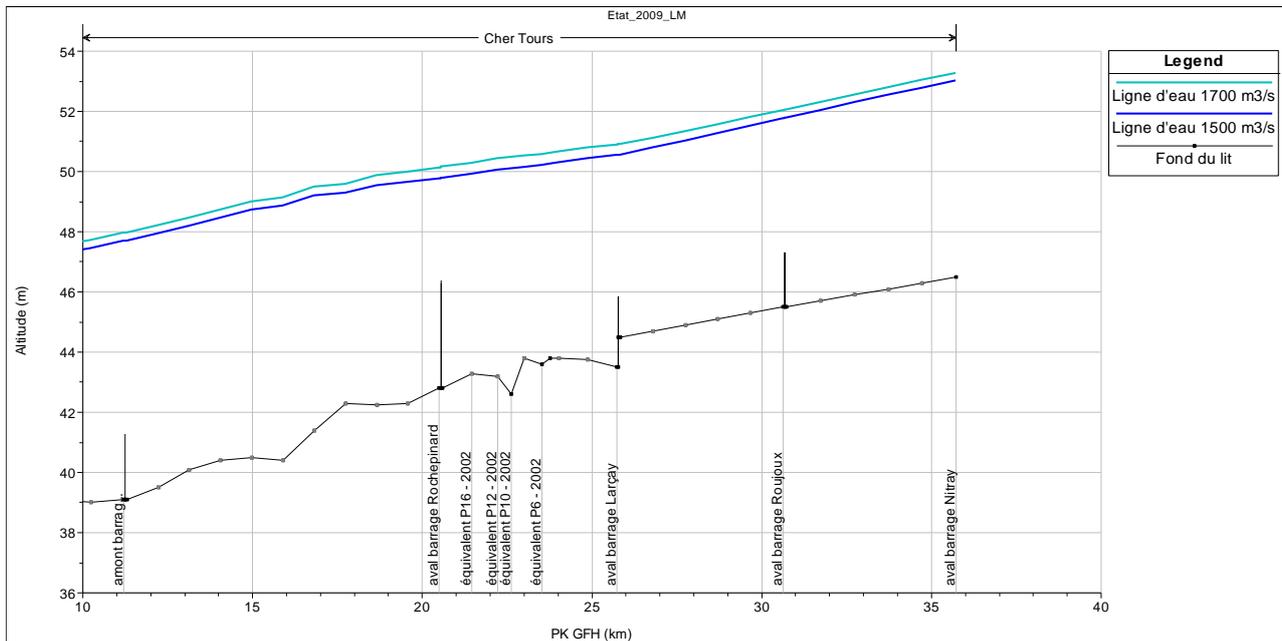
En préalable de cette évaluation, le modèle hydraulique simplifié est précisé pour la représentation du lit majeur entre digue, à partir des relevés topographiques suivants :

- Plan topographique du pôle nautique (Tour(s) Plus, 2003) ;
- Profils DREAL de 2009 ;
- Profils TGV de 1983.

Les simulations sont réalisées pour l'état de 2009 du lit pour les débits de crue suivants, issus de l'étude de dangers des levées de Tours (digues de classe A) :

- 1500 m<sup>3</sup>/s (période de retour 200 à 700 ans),
- 1700 m<sup>3</sup>/s (période de retour de 700 ans).

Les lignes d'eau obtenues sont relativement proches de celles calculées par l'étude de dangers sur le secteur barrage de Larçay – Pont Saint-Sauveur. **Nous rappelons qu'il ne s'agit pas ici de calculer des lignes d'eau précises en valeur absolue pour une crue et une configuration donnée, mais d'estimer en valeur relative l'impact hydraulique d'une poursuite de la sédimentation.** La figure suivante présente les lignes d'eau obtenues par cette modélisation simplifiée.



**Fig. 68. Lignes d'eau calculées par modélisation simplifiée pour la configuration de 2009 et les crues de 1500 et 1700 m<sup>3</sup>/s**

### 6.6.2. Estimation de l'évolution future du lit

A partir du dernier état topographique connu (2009), nous avons de nouveau évalué les capacités de transport de sédiments, mais cette fois pour une succession d'années moyennes basées sur la période longue des débits classés, ce qui en moyenne est la situation la plus probable pour les années à venir.

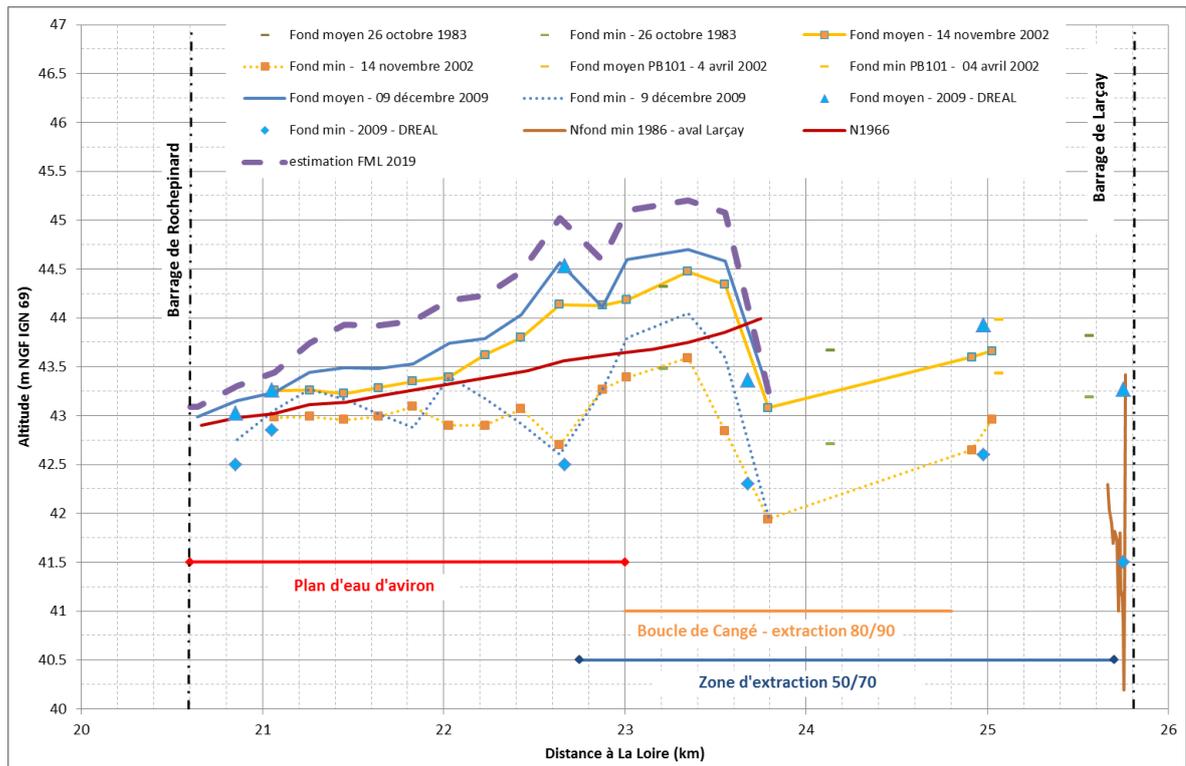
**Tabl. 16 - Estimation de transport solide ou de capacité de transport pour la configuration de 2009, période longue (en m<sup>3</sup>/an)**

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

Sur une période de 10 ans, sur la base de ces évaluations, nous aurions donc un dépôt de l'ordre de 200 000 m<sup>3</sup> dans le bassin d'aviron, et de l'ordre de 5 000 à 10 000 m<sup>3</sup> en aval du barrage.

Nous avons réparti cette sédimentation sur le profil en long des fonds moyens, en respectant la répartition des dépôts en fonction des capacités de transport de chaque tronçon, et en faisant l'hypothèse que cette répartition initiale, calculée sur la bathymétrie de 2009, allait progressivement se décaler vers l'aval.

La figure page suivante présente le profil en long obtenu estimé en 2019. En moyenne, les fonds sont rehaussés d'une quarantaine de centimètres.



**Fig. 69. Profil en long du fond moyen estimé en 2019 en amont du barrage de Rochempinard**

Cette évolution des fonds moyens est ensuite répartie sur chaque profil en travers concerné du modèle hydraulique. En partie amont du bassin d'aviroir, où le fond du lit a tendance actuellement à rester profond voire à se surcreuser, ces fonds les plus profonds ne sont pas modifiés. En partie aval, c'est l'ensemble de la largeur du lit qui est rehaussée.

### 6.6.3. Estimation de l'impact hydraulique

En sus de la modification de la bathymétrie, une modification de la rugosité du lit mineur est prise en compte, pour tenir compte des effets d'un développement prévisible de la végétation. Les hypothèses suivantes sont prises.

Dans le bassin d'aviroir, la consigne du maintien du plan d'eau à la cote 46.35 m NGF par le barrage de Rochempinard limite le développement de la végétation tant que l'altitude des dépôts ne se rapproche pas de cette cote. La représentation des dépôts à échéance de 2019 montre que, en partie amont du bassin, certaines parties du lit se rapprocheront fortement de cette cote de 46.35 m NGF (46 à 46.1 avec nos hypothèses). Sur les profils P6 à P10 (PK 23.55 à 22.64), la rugosité du lit mineur est passée d'une valeur  $K_s = 28 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  à des valeurs de 27 à 25 d'amont en aval.

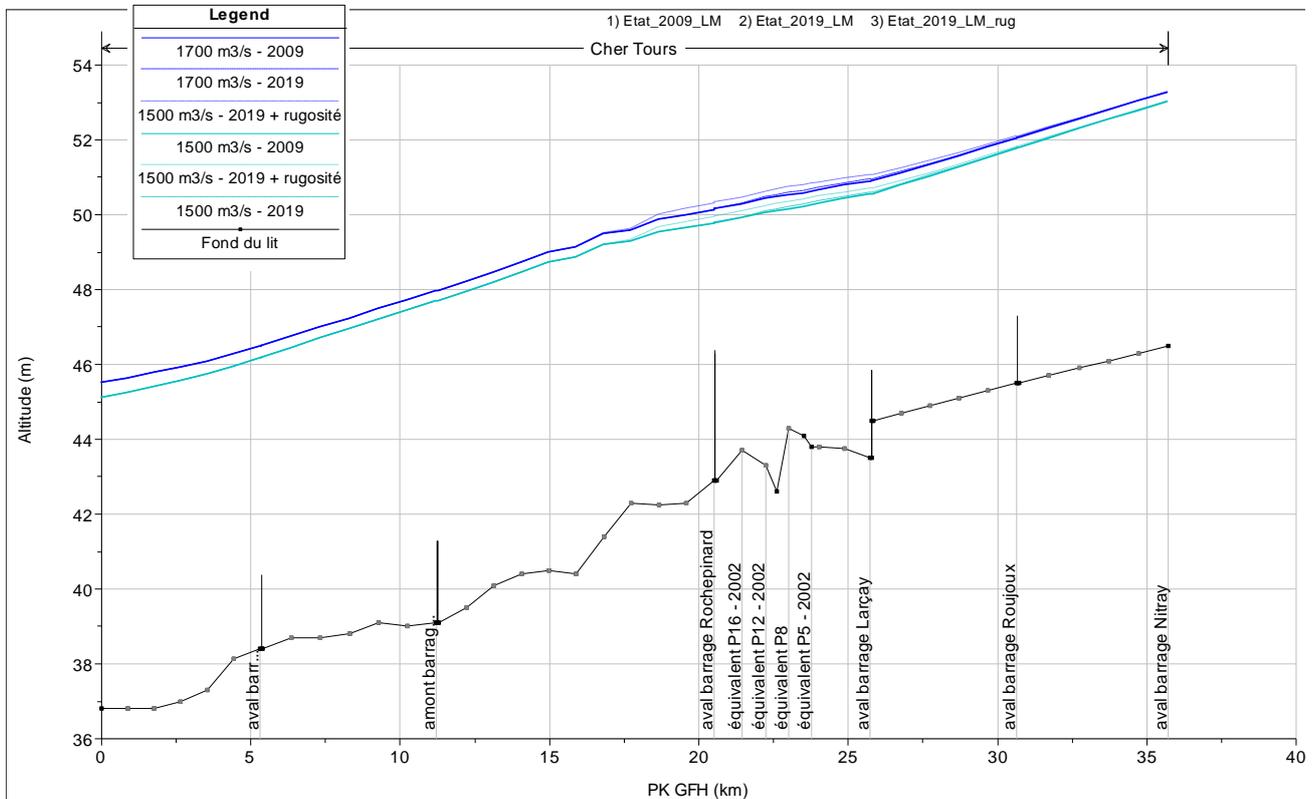
En aval du barrage de Rochempinard, la hauteur d'eau habituellement maintenue par le barrage de Grand Moulin est faible, et permet le développement de la végétation sur les dépôts consécutifs à l'élargissement du lit. De plus, ce développement de la végétation accentue lui-même le ralentissement des vitesses, piège les limons, et renforce l'exhaussement de ces îles. Ainsi, entre le barrage de Rochempinard et l'aval du Pont Saint-Sauveur, le coefficient de Strickler est passé à 24-25 et même 22 dans la partie médiane de ce tronçon. Il est précisé que cette partie a été introduite de façon très simplifiée, et ces coefficients de Strickler bas traduisent la présence des îles et de la végétation.

**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

**RAPPORT FINAL**

Pour distinguer les impacts, deux configurations « 2019 » sont simulées : l'une ne considérant que le changement de la géométrie du lit consécutive aux dépôts, la seconde y ajoutant l'effet des modifications de la rugosité précisées ci-dessus. Les lignes d'eau obtenue sont présentées sur la figure suivante.



**Fig. 70. Lignes d'eau pour les crues de 1 500 et 1 700 m³/s, en 2009 et en situation estimée 2019**

Pour ces fortes crues modélisées, la pente de la ligne d'énergie est certes plus régulière (le phénomène de diminution de la pente au droit de la zone élargie se réduit), mais il y a toujours diminution de la pente. **Par conséquent, même en forte crue, la tendance au dépôt dans le bassin d'aviron et en aval est encore présente : ces fortes crues n'auront pas un effet de « chasse » des sédiments accumulés.**

**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

**RAPPORT FINAL**

Pour chaque crue, les impacts sont synthétisés dans les tableaux suivants :

**Tabl. 17 - Impact hydraulique estimé en 2019**

| Point de calcul   | Configuration                         | Crue de 1500 m <sup>3</sup> /s | Crue de 1700 m <sup>3</sup> /s |
|---|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Environs de la ligne LGV<br>(point de surverse identifié dans l'EDD pour 1700 m <sup>3</sup> /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 Rochepernard (P16)  | 2019 sans modification de la rugosité | + 1 cm                         | + 1 cm                         |
|   | 2019 avec modification de la rugosité | + 17 cm                        | + 17 cm                        |
| Aval Rochepernard   | 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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /s) | 2019 sans modification de la rugosité | + 0 cm                         | + 0 cm                         |
|   | 2019 avec modification de la rugosité | + 2 cm                         | + 2 cm                         |

Les commentaires suivants peuvent être faits :

- L'impact hydraulique de la sédimentation est significativement inférieur à la hauteur des dépôts prise en compte, notamment en partie amont du bassin. Ceci car, pour ces crues importantes, il y a contribution importante du lit majeur rive droite du Cher ;
- L'impact de la modification de la rugosité est plus important que celui de la sédimentation seule. La traduction de l'évolution de la végétation en modification de la rugosité est cependant délicate et source d'incertitudes importantes ;
- Pour le point au niveau de la LGV, l'EDD indique une revanche de 4 cm pour 1500 m<sup>3</sup>/s : cette revanche disparaîtrait donc en 2019 ;
- Pour la boucle de Cangé, le point considéré correspond, en rive droite, à la jonction entre la RD 140 et la digue du Cher. Le plan topographique de 2003 mentionne un point bas de la digue à 50.7 m NGF. L'EDD semble avoir considéré (mais a priori à partir d'autres sources topographiques) une cote de ~51 m NGF. En 2019, la présente modélisation (simplifiée) indique, pour une crue de 1700 m<sup>3</sup>/s, une ligne d'eau de 50.72 m NGF (sans modification de la rugosité) à 50.86 m NGF (avec modification de la rugosité), pour une situation initiale (2009) à 50.66 m NGF. Il y aurait donc surverse en situation future ;
- En rive gauche, la digue de Saint-Avertin présente des niveaux similaires à son homologue de rive droite : que ce soit en 2009 ou 2019, il n'y a pas de surverse pour les crues considérées.

En termes de **calcul du transport solide ou de la capacité de transport**, nous avons réalisé de nouvelles estimations avec la configuration 2019, sans et avec modification de la rugosité. Le taux annuel de sédimentation dans le bassin d'aviron et en aval du barrage est stable (de l'ordre de 20 000 m<sup>3</sup>/an), mais sa répartition glisse, comme prévu, vers l'aval. Cette progression de la répartition a été anticipée dans les hypothèses de répartition des dépôts sur une période de 10 ans.

En **conclusion de cette partie**, nous pouvons dire, tout en tenant compte des incertitudes de l'exercice mené :

- Au bout d'une décennie d'apports sédimentaires et d'hydraulicité moyens du Cher (soit en 2019 en se référant à la dernière situation connue de 2009), les impacts hydrauliques pour les crues de périodes de retour égales ou supérieures à 200 ans sont modérés, plus faibles que la hauteur des dépôts eux-mêmes. Ces impacts sont fortement influencés par les modifications de rugosité du lit dues au développement de la végétation et des îles, que ce soit en amont du bassin d'aviron, ou en aval du barrage de Rochepinard ;
- En se basant sur les éléments de l'EDD des levées de Tours (digues de classe A), les risques de surverse pour les crues de 1500 et 1700 m<sup>3</sup>/s sont légèrement renforcés aux points déjà identifiés pour cet aléa ;
- A la jonction RD 140 – digue du Cher en rive droite, sous réserve de modifications des données topographiques, il y a apparition (ou renforcement) d'une surverse pour 1700 m<sup>3</sup>/s. Ce résultat est cependant issu d'une modélisation simplifiée et doit être précisé ;
- Les hypothèses de dépôts sur 10 ans sont des hypothèses moyennes. En fonction de la chronologie des débits à venir, ces dépôts pourront avoir lieu sur une période beaucoup plus courte (5 ans ?) ou beaucoup plus longue (20 ans ?). Ces incertitudes impliquent la réalisation d'un suivi régulier de la bathymétrie du Cher ;
- Au bout de ces 10 années moyennes, 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.

**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

RAPPORT FINAL

**6.7. LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES SEDIMENTS**

Trois échantillons de sédiments prélevés aux points 1, 2 et 3 présentés précédemment ont donné lieu à des analyses de matières organiques, d'éléments traces, HAP et PCB.

Ces analyses ont été réalisées par le Laboratoire de Touraine. Les résultats sont joints en annexe 4.

Une synthèse est présentée ci-après.

|              |       | Cher                              |                              |                      | Niveau de Ref S1 |
|--------------|-------|-----------------------------------|------------------------------|----------------------|------------------|
|              |       | 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                  | 30               |
| Cadmiun      | mg/kg | 0.12                              | 0.07                         | 0.06                 | 2                |
| Chrome Total | mg/kg | 7.3                               | 4.6                          | 4.5                  | 150              |
| Cuivre       | mg/kg | 2                                 | 1.1                          | 1                    | 100              |
| Mercure      | mg/kg | <0.017                            | <0.02                        | <0.016               | 1                |
| Nickel       | mg/kg | 4.4                               | 3.1                          | 2.8                  | 50               |
| Plomb        | mg/kg | 7                                 | 6.7                          | 6.2                  | 100              |
| Zinc         | mg/kg | 21                                | 17                           | 17                   | 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**

Les prélèvements réalisés montrent la très faible présence de dépôts organiques (0,42 à 1,03%) et la bonne qualité au regard des éléments traces, qui sont tous inférieurs au seuil de référence S1.

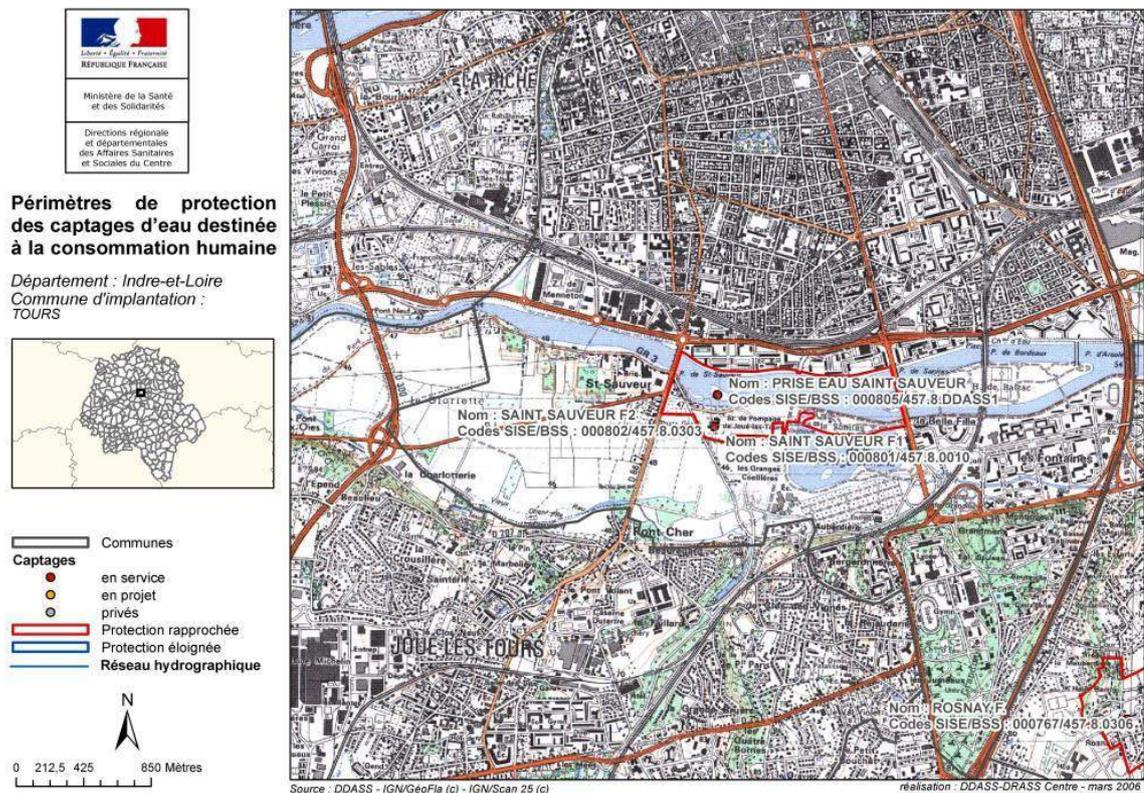
## 7. LES USAGES DE L'EAU

### 7.1. AEP

Il existe dans la zone d'étude une prise d'eau sur le Cher pour l'alimentation en eau potable. Il s'agit de la prise d'eau « St Sauveur » située sur le Cher à Tours. La prise d'eau se trouve dans le fond du lit du Cher, au droit de la station de pompage et de traitement de Saint-Sauveur située sur la parcelle n° 18 de la section ON, à environ 100 mètres de la berge gauche de la rivière.

Elle sert à l'alimentation en eau potable de la ville de Joué les Tours (alimentation complétée par plusieurs forages).

La prise d'eau a une autorisation de pompage de 2 300 m<sup>3</sup>/j, elle dispose d'un périmètre de protection rapprochée et a fait l'objet d'une DUP le 01/07/1993.



**Fig. 71. Périmètre de protection, captage AEP Saint Sauveur**

## 7.2. IRRIGATION, CAPTAGE, FORAGE ET PUISITS DANS LE LIT MAJEUR

Le pompage d'eau dans le Cher ne nécessite pas d'autorisation au titre de la loi sur l'eau, toutefois elle nécessite une autorisation d'occupation du domaine public fluvial.

Dans le secteur d'étude on recense les autorisations suivantes<sup>7</sup> :

- Cher non canalisé :

| Lieu de Pompage  |              |          |          |             | Caractéristiques de Pompage |                   |                   |                |                         |                           |           |              |            |
|------------------|--------------|----------|----------|-------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|----------------|-------------------------|---------------------------|-----------|--------------|------------|
| Arrêté PE N°     | Date d'effet | Validité | Rive D/G | Commune     | Débit de pompage m3/h       | Nbr d'heures/jour | Nbr de jours/mois | Nbr de mois/an | Nbr d'heures totales/an | Volume total annuel en m3 | Puissance | Installation | Énergie    |
| PE/CN C/1/2014   | 01/01/14     | 5 ans    | G        | Ballan Miré | 63                          | 24                | 30                | 4              | 2880                    | 181440                    | 40 cv     | Fixe         | Électrique |
| PE/CN C/2/2014/R | 03/06/14     | 5 ans    | G        | Savonnières | 45                          | 22                | 30                | 3              | 1980                    | 89100                     | 22 cv     | Mobile       | Électrique |

**Tabl. 20 - Autorisation de pompage dans le Cher non canalisé**

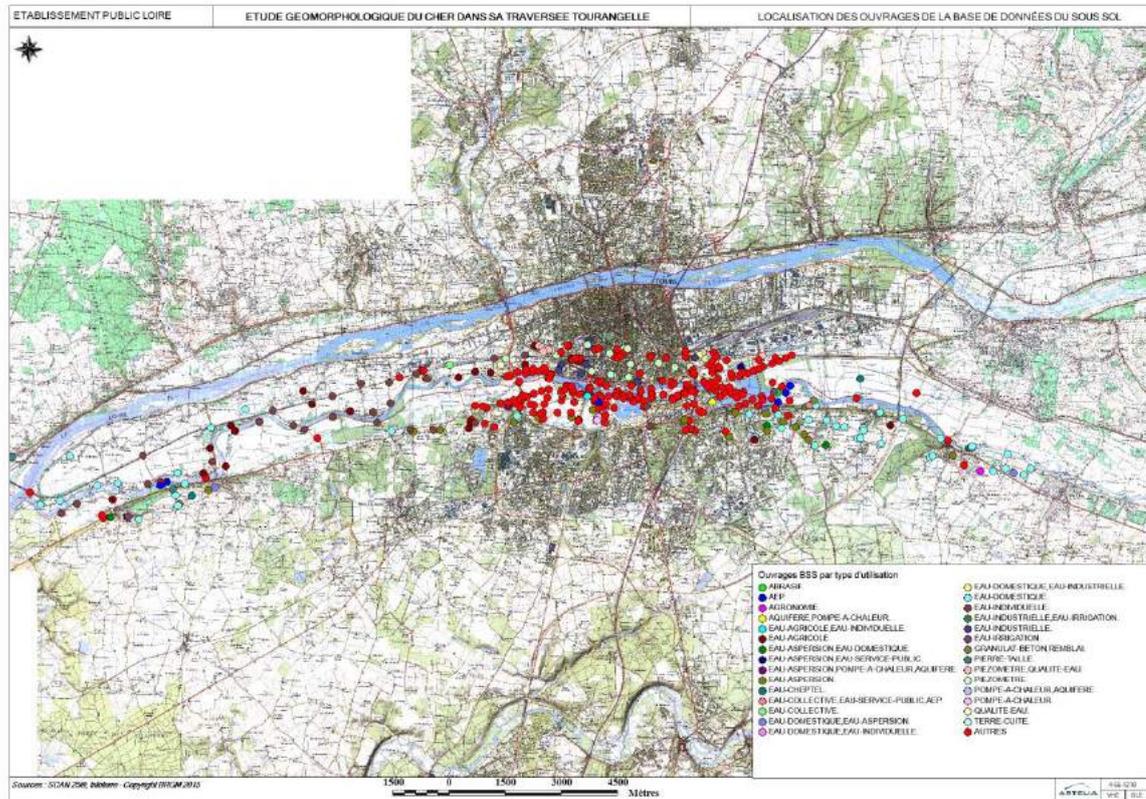
- Cher canalisé

| Lieu de Pompage |              |          |          |         | Caractéristiques de Pompage |                   |                   |                |                         |                           |           |              |            |
|-----------------|--------------|----------|----------|---------|-----------------------------|-------------------|-------------------|----------------|-------------------------|---------------------------|-----------|--------------|------------|
| Arrêté PE N°    | Date d'effet | Validité | Rive D/G | Commune | Débit de pompage m3/h       | Nbr d'heures/jour | Nbr de jours/mois | Nbr de mois/an | Nbr d'heures totales/an | Volume total annuel en m3 | Puissance | Installation | Énergie    |
| PE/CC/1/2014/R  | 15/10/14     | 5 ans    | D        | Larçay  | 80                          | 10                | 20                | 3              | 600                     | 48000                     | 90 CV     | Mobile       | Diesel     |
| PE/CC/2/2014/R  | 03/06/14     | 5 ans    | D        | Larçay  | 80                          | 10                | 20                | 3              | 600                     | 48000                     | 90 CV     | Mobile       | Diesel     |
| PE/CC/3/2014/R  | 07/07/14     | 5 ans    | D        | Larçay  | 100                         | 12                | 15                | 2              | 360                     | 36000                     | 90 CV     | Mobile       | Diesel     |
| PE/CC/4/2014/R  | 24/11/14     | 5 ans    | D        | Tours   | 25                          | 2                 | 30                | 12             | 720                     | 18000                     |           | Fixe         | Électrique |
| PE/CC/1/2015/R  | 24/11/14     | 5 ans    | G        | Tours   | 50                          | 2                 | 30                | 12             | 720                     | 36000                     |           | Fixe         | Électrique |

**Tabl. 21 - Autorisation de pompage dans le Cher canalisé**

<sup>7</sup> Source DDT 37- Service Subdivision fluviale en charge du DPF

La banque de données du sous-sol du BRGM présente les captages, forages et puits de la zone d'étude. Il existe de nombreux captages à usages domestiques et agricole sur la zone (cf. Plan ci-après).



**Fig. 72. Ouvrages de la base de données du sous-sol (source BRGM)**

### 7.3. ACTIVITES DE LOISIR

De nombreuses activités de loisirs liées à l'eau existent sur le secteur d'étude :

- Pêche amateur
- Canoë –kayak,
- Aviron,
- Voile.

Chacune de ces activités présentent des besoins différents.

A ces activités de loisirs sont également liées les activités touristiques, tels que les campings en bord de cours d'eau, les bateaux promenades (navigation fluviale) et les circuits de randonnée pédestres et cyclables (le circuit de la Loire à vélo qui longe le Cher sur une partie de la zone d'étude).

---

### 7.3.1. Pêche amateur

#### 7.3.1.1. FEDERATION DE PECHE

La Fédération d'Indre-et-Loire pour la pêche et la protection du milieu aquatique (FDAAPPMA37) regroupe les 31 Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique (AAPPMA) du département. Elle est gérée par un conseil d'administration de 13 membres.

Reconnue d'utilité publique et agréée pour la protection de la nature, elle a pour principaux objectifs la connaissance et la protection des milieux aquatiques ainsi que promouvoir le loisir pêche.

Les actions de la fédération de pêche porte sur :

- La gestion et la protection des milieux aquatiques : faune, flore, restauration de milieux aquatiques, suivi des captures des pêcheurs,
- Le développement du loisir pêche : schéma départemental de développement du loisir pêche,
- L'organisation de manifestations.

#### 7.3.1.2. AAPPMA

De nombreuses Associations Agréées pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (AAPPMA) existent sur la zone d'étude.

Les AAPPMA sont des associations du type loi 1901 agréées au titre de la protection de l'environnement par la préfecture de département et reconnues d'utilité publique.

Elles ont pour mission de :

- Surveiller la pêche,
- Exploiter les droits de pêche dont elles disposent,
- Protéger le patrimoine piscicole et les milieux aquatiques,
- Procéder à des missions de gestion piscicole.

Elles sont regroupées au niveau départemental dans une Fédération, qui est chargé de promouvoir le loisir pêche et mettre en valeur le domaine piscicole.

Les associations sur le secteur d'étude sont les suivantes :

- AAPPMA GIH TOURS - ST PIERRE DES CORPS
- GIH TOURS "Le Lancer Club"
- GIH TOURS "Le Gardon Tourangeau"
- GIH TOURS "La Gaule Tourangelle"

**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

**RAPPORT FINAL**

| Association                            | Droit d'eau associé |  | Parcours carpe de nuit   |
|--|---------------------|--|--|
|  | Lots                | communes concernées  |  |
| AAPPMA GIH TOURS - ST PIERRE DES CORPS | Lot C8              | Du barrage de Roujoux au barrage de Larçay – communes de Véretz et de Larçay.                                    | Oui, rive gauche du Cher de l'amont du barrage de Larçay jusqu'à 250m à l'aval du barrage de Roujoux   |
| GIH TOURS "Le Lancer Club"             | Lot 6 et 7          | <b>Cher non canalisé</b> : Lieu-dit « La Boulaye » jusqu'au barrage de Roujoux.                                  | Oui, pancarté du pont d'Azay (200 m en amont) à 500 m en aval du barrage de Nitray (lot 7)   |
|  | Lot 11              | <b>Le Cher canalisé</b> : Aval du petit et du Grand barrage de Rochepinard.                                      | non  |
| GIH TOURS "Le Gardon Tourangeau"       | Lot 9               | Du barrage de Larçay aux 2barrages de Rochepinard  | Oui, Larçay et Tours - Rive droite - de la route située entre le lac mineur et le lac majeur des peupleraies jusqu'à la réserve du barrage de Larçay |
| GIH TOURS "La Gaule Tourangelle"       | Lot H12-H13-H14     | De la Riche depuis le ruisseau St François (500 m en amont du périphérique) jusqu'au bec du Cher sur les 2 rives | Oui sur l'ensemble des lots  |

**Tabl. 22 - AAPPMA sur le Cher****7.3.1.3. PRATIQUE DE LA PECHE<sup>8</sup>**

Pour pouvoir pêcher, les pêcheurs amateurs doivent adhérer à une association agréée de pêche et acquitter la cotisation pêche et milieu aquatique. Ils obtiennent alors une carte de pêche qui leur donne droit de pêcher sur le domaine piscicole de l'association et sur l'ensemble des domaines des associations du département réciprocitaires.

Les droits de pêche sont des droits accessoires à la propriété du lit des cours d'eau. Ils appartiennent donc à l'Etat en Domaine Public Fluvial et aux propriétaires riverains pour les cours d'eau et plans d'eau non domaniaux. Pour ce qui est du domaine public, les droits de pêche sont loués aux associations de pêche. Pour ce qui est du domaine privé, les droits de pêche peuvent faire l'objet de conventions avec les riverains, ce qui est rarement le cas.

Dans le secteur d'étude le cours d'eau est domanial et le droit de pêche est rétrocédé aux AAPPMA.

La cotisation statutaire est répartie entre l'association, le fond de réciprocité et la fédération de pêche du département. Elle sert à financer la promotion et le développement du loisir pêche, les études sur les milieux et les peuplements, les opérations d'alevinage, les travaux et entretiens sur les cours d'eau».

Les pêcheurs peuvent en outre souscrire la vignette réciprocitaires interdépartementale qui autorise la pratique de la pêche sur le domaine piscicole des fédérations adhérentes. Le Cher, l'Indre, l'Indre-et-Loire et le Loir-et-Cher adhèrent à l'Entente Halieutique du Grand Ouest.

Le nombre d'adhérents des AAPPMA ne permet pas à lui seul d'estimer la pression de pêche sur les linéaires du fait des réciprocitaires départementales et des ententes halieutiques.

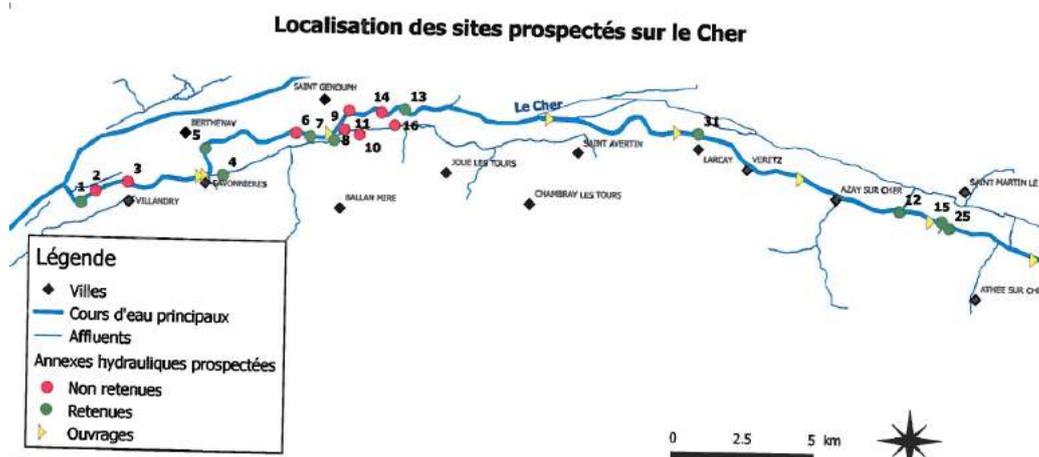
A titre indicatif, les AAPPMA du secteur totalisent environ 10 750 adhérents (chiffre fédération pêche 2009).

<sup>8</sup> Extrait Etat des Lieux SAGE Cher Février 2011

## 7.3.1.4. USAGES ET PROBLEMES RENCONTRES

## 7.3.1.4.1. Action fédération de pêche sur le secteur

La Fédération de pêche d'Indre et Loire a établi un programme d'actions pour la période 2014-2018 en accord avec l'agence de l'eau et la région. Ce programme vise à restaurer des annexes hydrauliques, et il dispose également d'un programme d'arrachage de la Jussie.



**Fig. 73. Sites envisagés pour la réalisation d'aménagement d'annexes hydrauliques**

Dans la partie amont au barrage de Grand Moulin les aménagements envisagés sont soumis au niveau relativement constant des barrages pouvant gêner le fonctionnement des annexes hydrauliques. L'aménagement de l'annexe hydraulique de « la Sablière » aux Granges David réalisé en 2004 se heurte à un problème lié aux marnages du plan d'eau variation de 20 à 30 cm seulement liés au niveau du Cher et nécessite une reprise des travaux pour améliorer son fonctionnement.

En aval de Grand Moulin, le Cher retrouve un fonctionnement « normal » avec la perte d'influence des ouvrages.

La fédération de pêche et Tours plus ont établis un programme d'arrachage de la Jussie pour 2015. En effet, sur la partie Cher canalisé il a été observé une augmentation de la présence de la Jussie ces dernières années.

Sites envisagés :

- Savonnières amont barrage.
- Ballan-Miré aval barrage
- Joué les Tours aval rocade
- Pont saint Sauveur / Pont de fil
- Pont de fil / aval pont du tram
- Pont du Tram / pont de Grammont
- Pont de Grammont / Pont chemin de fer

#### 7.3.1.4.2. Problèmes rencontrés

La fédération de pêche souligne un problème de gestion du plan d'eau entre les différents usagers Aviron/ pôle nautique et pêche.

Le bassin d'aviron présente actuellement des secteurs en berge où la végétation s'est développée permettant l'apparition d'une biodiversité importante. La préservation de ces zones est importante pour la pêche.

D'autre part le développement de la Loire à vélo provoque des conflits avec les pêcheurs par rapport au zone d'accès au Cher. Le secteur de Grand Moulin est le secteur le plus fréquenté par les pêcheurs du département.

### 7.3.2. Canoë-kayak

#### 7.3.2.1. PREAMBULE

La fréquentation des clubs proposant des **activités de canoës-kayak** est en pleine augmentation. Cette activité itinérante est celle qui a le plus de potentiel touristique sur le Cher canalisé. Cependant, c'est une pratique d'eau-vive qui nécessite une continuité de navigation et qui demande aujourd'hui à être encadrée du fait de la dangerosité liée aux barrages (extrait rapport Etat des lieux SAGE Février 2011).

Plusieurs club agréés FFCK sont recensées sur la zone d'étude, à ces clubs sont également associés des clubs et des loueurs privés.

- Clubs agréés :
  - Le canoë kayak club de Tours – Pôle Espoir de l'équipe de France : eau calme (course en ligne, marathon, randonnée nautique), eau vive (descente), kayak de mer, pirogue ;
  - Loisirs Désir à la Riche St Cosme : au vive (descente, kayak extrême, freestyle), parcours de Grand Moulin de Ballan Miré ou de Savonnières sur le Cher, jusqu'à Langeais sur la Loire ;
  - Canoe Company (Civray-de-Touraine) randonnée nautique, canoë dans la Vallée du Cher, généralement de Vineuil à Civray sous le château de Chenonceau - *hors zone d'étude* ;
- Clubs et loueurs privés
  - Camping de Chisseaux location de canoës sur les bords du Cher, à 900 m du Château de Chenonceau (*hors zone d'étude*)
  - Des Sens Location de canoë Kayak à Savonnières (en activité de 2010 à 2014, arrêt pour des questions de disponibilité) : secteur de savonnière à la confluence avec la Loire.

Le bassin de Rochepinard à Tours est un site aménagé pour la pratique du canoë-kayak et de l'aviron. Des compétitions nationales y sont organisées, et 2 disciplines olympiques y sont praticables (courses de vitesse et slalom). Le slalom est actuellement pratiqué sur un parcours aménagé. La création de la rivière de contournement sur l'île Balzac a permis la création d'un parcours de slalom de niveau international.

Le parcours aménagé a les caractéristiques suivantes :

- linéaire d'environ 190 m avec 10 m environ pour l'ouvrage de prise d'eau amont et 25 m pour le bassin de départ ; largeur moyenne de l'ouvrage 12 m ;

- 11 sections de contrôle équipées d'obstacles mobiles permettant d'optimiser le fonctionnement piscicole de l'ouvrage et de l'adapter à la pratique sportive ;
- l'ouvrage de prise d'eau se décompose en :
  - 1 passe à anguilles,
  - 1 passe à ralentisseurs de fond et latéraux,
  - 1 vanne toit (qui permet de réguler le débit entrant dans la rivière en fonction des activités pratiquées, avec un maximum de 18 m<sup>3</sup>/s),
  - 1 passe à bassin successif.

#### 7.3.2.2. CANOË KAYAK CLUB DE TOURS

Le secteur utilisé par le canoë kayak club de Tours va de Larçay à Rochepinard 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 plats. De nombreux herbiers se développent en été dans cette zone.

#### 7.3.2.3. LE POLE ESPOIR CANOE KAYAK TOURS

Le Pôle Espoirs canoë-kayak de Tours favorise depuis 1995 l'accès au plus haut niveau. La préparation est à la fois physique, technique et psychologique. C'est un lieu où la réussite sportive ne peut être dissociée de la réussite scolaire et professionnelle.

Le Pôle Espoirs de Tours s'inscrit dans le Parcours d'Excellence Sportive (PES) de la fédération comme un maillon entre le club et le pôle France.

Les entraînements réalisés sur le pôle visent une progression à long terme. L'objectif est l'accès aux Equipes de France Juniors et Jeunes pour performer au niveau international en sénior.

Le site accueille les disciplines de course en ligne, slalom et descente.

Le pôle espoir regroupe chaque année entre 15 et 20 sportifs catégories « cadet » et « junior ».

Le pôle espoir de Tours est reconnu comme étant l'un des meilleurs sur le territoire français.

Le pôle utilise chaque jour le plan d'eau et la rivière de contournement.

### 7.3.3. Aviron

#### 7.3.3.1. PREAMBULE

Deux clubs d'aviron sont localisés sur le secteur d'étude :

- Le COTS Club d'aviron situés aux fontaines à Tours Sud
- Le Tours aviron Club

#### 7.3.3.2. LE COTS

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 Larçay et le Barrage de Tours Rochepinard. Le tirant d'eau minimum nécessaire à la navigation est de 1 m.

##### Problèmes rencontrés :

Ils sont liées 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.

#### 7.3.3.3. 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.

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 Rochepinard à Larçay les bateaux montent côté rive droite et redescendent côté rive gauche.

#### 7.3.3.4. EMPRISE UTILE A LA PRATIQUE

La pratique de l'aviron dans des conditions de sécurité optimales nécessite une largeur totale navigable de 30 m, pouvant se répartir en deux chenaux de 15 m chacun.

### 7.3.4. Voile

Les clubs de voile présents sur le secteur pratiquent sur les plans d'eaux situés à proximité, lac de la Bergeonnerie, lac des Bretonnières et lac des Peupleraies.

- lac des Peupleraies de Chambray-lès-Tours (Union Sportive de Chambray Voile) ;
- lac des Bretonnières à Joué-lès-Tours/Ballan-Miré (site nautique) ;
- à Tours : lac de la Bergeonnerie (Cercle de Voile de Touraine) et lac des Peupleraies – Rochepinard (Touraine Surf Voile).

### 7.3.5. Navigation fluviale

Le Cher dans sa partie canalisée est navigable. Plusieurs embarcations, appartenant soit à des privés soit à des associations sont recensées :

- Les bateliers du Cher à Savonnières,
- La Jocondie à Joué Les Tours, toue cabanée "La Jocondie", bateau traditionnel de Loire de 12 m de long à fond plat.
- Mariniers du Jean Bricau à Véretz.

#### 7.3.5.1. LES BATELIERS DU CHER A SAVONNIERES

L'association Les Bateliers du Cher est un acteur incontournable du paysage ligérien depuis plus de 20 ans. Ses activités sont variées : construction de bateaux traditionnels, participation aux fêtes sur la Loire, le Cher et la Vienne, collaboration à des documentaires avec TF1 et FR3, prêt de matériels pour les expositions régionales et le musée de la marine de Loire à Châteauneuf-sur-Loire.

L'association construit et restaure des bateaux traditionnels.

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.

**7.3.5.2. 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<sup>er</sup> 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.

**7.3.5.3. MARINIERS DU JEAN BRICAU**

Le bateau des mariniers du Jean Bricau est un fûtreau (une barque d'usage local sur la Loire)

La période d'activité s'étend de juillet à fin septembre. Le bateau permet le transport de 10 passagers. Les promenades se font entre Véretz et Chenonceau et s'étendent de 2h à la journée. Le secteur fréquenté est en amont de la zone d'étude.

**7.3.6. Tourisme****7.3.6.1. CAMPING**

Sur le secteur d'étude on rencontre plusieurs camping installés directement en bordure du Cher :

- Le camping « CAMPING ONLYCAMP DE LA CONFLUENCE » à Savonnières sur le parcours de la Loire à Vélo. Il dispose de 80 emplacements, 2 bungalows et 4 tentes Treck de 2 personnes. Il est ouvert sur la période du 25 avril au 27 septembre pour l'année 2015.
- Le camping « CAMPING ONLYCAMP TOURS VAL DE LOIRE » à Saint Avertin. Il dispose de 90 emplacements et propose de la location de caravanes et de mobil home. Il est ouvert sur la période du 16 mars au 27 novembre pour l'année 2015.

**7.3.6.2. LOIRE A VELO**

La Loire à Vélo, c'est une immense route touristique cyclable de 800 kilomètres de long, une véloroute unique en France. Aménagée dans les deux sens, elle relie Cuffy (à hauteur de Nevers) à Saint-Brevin-les-Pins (en face de Saint-Nazaire)

« La Loire à Vélo » représente l'un des plus gros potentiels de fréquentation des véloroutes françaises. Plus de 800 000 cyclistes empruntent La Loire à Vélo chaque année.

Le parcours de Loire à vélo emprunte les bords du Cher dans le secteur allant de Tours avenue de Grammont à Villandry, soit un linéaire de 21 km.



**Fig. 74. Extrait cartographie [www.voievertes.com](http://www.voievertes.com)**

---

## **8. QUALITE DES EAUX DU CHER**

### **8.1. QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE**

La masse d'eau « Cher canalisé » FRGR0150C disposent de 11 stations de suivi de la qualité des eaux superficielles qui sont d'amont en aval :

- 4070300, le Cher à Saint-Aignan, RCS-RCA
- 4070400, le Cher à Bourré, RD41
- 4070450, le Cher à Saint-Georges-sur-Cher, RD41
- 4070500, le Cher à Chisseaux, RCA-RD37
- 4070700, le Cher à Bléré, RD37
- 4070900, le Cher à Azay-sur-Cher, RD37
- 4071000, le Cher à Véretz, RD37
- 4071030, le Cher à Saint-Avertin, RD37
- 4071050, le Cher à Saint-Avertin, RD37
- 4071500, le Cher à Tours, RD37
- 4072000, le Cher à Savonnières, RCS-RCA

Toutes ces stations ne disposent pas du même type ni du même nombre de données, le tableau ci-après présente les résultats des analyses réalisées entre 2011 et 2013.

## ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

RAPPORT FINAL

SAINT AIGNAN SUR CHER CHER à BOURRE CHER à ST GEORGES/CHER CHER à CHISSEAUX CHER à TOURS CHER à SAVONNIERES

| Année   | 4070300           |        |      | 4070400 |       |       | 4070450 |       |       | 4070500 |      |        | 4071500 |        |        | 4072000 |      |      |
|---|-------------------|--------|------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|------|--------|---------|--------|--------|---------|------|------|
|   | 2011              | 2012   | 2013 | 2011    | 2012  | 2013  | 2011    | 2012  | 2013  | 2011    | 2012 | 2013   | 2011    | 2012   | 2013   | 2011    | 2012 | 2013 |
| <b>ETAT ECOLOGIQUE</b>  |                   |        |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         |      |      |
| Paramètre (Unité)   | Code SANDRE       |        |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         |      |      |
| <b>Hydrobiologie</b>  |                   |        |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         |      |      |
| IBGN (invertébrés)  | 1000              |        |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         |      |      |
| IBGN de référence (invertébrés)   | 5909              |        |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         |      |      |
| IBG-DCE (invertébrés)   | 5910              |        |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         |      |      |
| IBGA (invertébrés)  | 2527              |        |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         |      |      |
| IBGA-DCE (invertébrés)  | 6951              |        | 19   | 20      |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         | 18   | 18   |
| IBD 2007 (diatomées)  | 5858              | 14,5   | 13,8 | 13,3    |       |       |         |       |       |         | 15,4 |        | 15,5    | 14,8   | 13,4   | 14,8    |      |      |
| IPR (poissons)  | 7036              |        |      | 15,9    |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         |      |      |
| IBMR (Macrophytes)  | 2928              |        |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         |      | 6,99 |
| Variété taxonomique macroinvertébrés grands cours d'eau - 12 prélèvements (invertébrés) | 6955              |        | 53   | 48      |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         | 41   | 44   |
| Groupe Faunistique Indicateur (invertébrés)   | 6959              |        | 6    | 8       |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         | 7    | 7    |
| Indice polluosensibilité spécifique (I.P.S.)  | 1022              | 13,7   | 12,8 | 13,3    |       |       |         |       |       |         | 14,7 |        | 13,8    | 15,7   | 13,2   | 12,9    |      |      |
| Indice macroinvertébrés grands cours d'eau - berges + Chenal                            | 6948              | 16     |      |         |       |       |         |       |       | 13      | 16   | 14     | 18      | 8      |        |         |      |      |
| Variété taxonomique macroinvertébrés grands cours d'eau - berges + che                  | 6952              | 44     |      |         |       |       |         |       |       | 32      | 31   | 34     | 30      | 24     |        |         |      |      |
| Groupe Faunistique Indicateur macroinvertébrés grands cours d'eau - ber                 | 6958              | 5      |      |         |       |       |         |       |       | 5       | 8    | 5      | 8       | 2      |        |         |      |      |
| <b>Physico-chimie</b>   |                   |        |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         |      |      |
| <b>Bilan de l'oxygène</b>   |                   |        |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         |      |      |
| Oxygène dissous (mg O <sub>2</sub> /L)  | 1311              | 11,25  |      | 9,17    | 10,48 | 10,20 | 14,65   | 13,38 | 13,05 |         |      | 8,51   | 9,16    | 11,55  | 10,79  |         |      |      |
| Taux de saturation en O <sub>2</sub> (%)  | 1312              | 109,50 |      | 86,75   | 98,83 | 94,83 | 87,15   | 99,25 | 94,75 |         |      | 87,83  | 99,50   | 114,16 | 101,85 |         |      |      |
| Demande biochimique en Oxygène (mg O <sub>2</sub> /L)                                   | 1313              | 2,16   |      | 1,33    | 1,43  | 1,64  |         |       | 1,85  |         |      | 2,80   | 3,03    | 2,18   | 1,35   |         |      |      |
| Carbone organique dissous (mg C/L)  | 1841              | 4,25   |      | 1,33    | 1,43  | 1,43  |         |       | 5,66  |         |      | 5,97   | 4,87    | 4,19   | 5,33   |         |      |      |
| <b>Nutriments</b>   |                   |        |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         |      |      |
| Orthophosphates (mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /L)                                   | 1433              | 0,10   |      | 0,06    | 0,12  | 0,12  |         |       | 0,09  |         |      | 0,096  | 0,086   | 0,10   | 0,11   |         |      |      |
| Phosphore total (mg P/L)  | 1350              | 0,04   |      | 0,06    | 0,10  | 0,08  |         |       | 0,08  |         |      | 0,058  | 0,048   | 0,03   | 0,06   |         |      |      |
| Ammonium (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /L)   | 1335              | 0,05   |      | 0,08    | 0,08  | 0,06  |         |       | 0,08  |         |      | 0,091  | 0,086   | 0,07   | 0,028  |         |      |      |
| Nitrites (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /L)   | 1339              | 0,06   |      | 0,06    | 0,06  | 0,05  |         |       | 0,06  |         |      | 0,106  | 0,068   | 0,07   | 0,05   |         |      |      |
| Nitrates (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L)   | 1340              | 16,88  |      | 15,10   | 18,83 | 23,13 |         |       | 22,90 |         |      | 21,160 | 21,500  | 13,30  | 21,36  |         |      |      |
| <b>Acidification</b>  |                   |        |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         |      |      |
| pH mini   | pH <sub>min</sub> | 7,50   |      | 7,40    | 7,80  | 7,90  |         |       | 7,90  |         |      | 8,00   | 7,95    | 7,70   | 7,98   |         |      |      |
| pH maxi   | pH <sub>max</sub> | 9,00   |      | 8,35    | 8,40  | 8,60  |         |       | 8,70  |         |      | 8,10   | 9,00    | 8,80   | 8,38   |         |      |      |
| Température (°C)  | 1301              | 14,43  |      | 14,60   | 13,38 | 12,96 |         |       | 13,05 |         |      | 16,16  | 17,16   | 15,15  | 13,43  |         |      |      |
| <b>Polluants spécifiques</b>  |                   |        |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         |      |      |
| Arsenic (µg/L)  | 1385              |        |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         |      |      |
| Chrome (µg/L)   | 1389              |        |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         |      |      |
| Cuivre (µg/L)   | 1392              |        |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         |      |      |
| Zinc (µg/L)   | 1383              |        |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         |        |        |         |      |      |
| 2,4 D (µg/L)  | 1141              | 0,02   |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         | 0,02   | 0,02   |         |      |      |
| 2,4 MCPA (µg/L)   | 1212              | 0,02   |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         | 0,02   | 0,02   |         |      |      |
| Chloroburon (µg/L)  | 1136              | 0,11   |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         | 0,02   | 0,01   |         |      |      |
| Oxadiazon (µg/L)  | 1667              | 0,02   |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         | 0,02   | 0,01   |         |      |      |
| Linuron (µg/L)  | 1209              | 0,02   |      |         |       |       |         |       |       |         |      |        |         | 0,02   | 0,01   |         |      |      |

## Etat chimique

|  |  |
|--|--|
|  | Absence de données                               |
|  | Informations insuffisantes pour attribuer l'état |
|  | Bon état   |
|  | Mauvais état                                     |

## Etat écologique

|  |  |
|--|--|
|  | NC Non Communiqué (Absence de données) |
|  | Très bon état                          |
|  | Bon état                               |
|  | Etat moyen                             |
|  | Etat médiocre                          |
|  | Mauvais état                           |

## ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

RAPPORT FINAL

|   | SAINT AIGNAN SUR CHER          | CHER à BOURRE | CHER à ST GEORGES/CHER | CHER à CHISSEAUX | CHER à TOURS | CHER à SAVONNIERES |
|---|--------------------------------|---------------|------------------------|------------------|--------------|--------------------|
|   | 4070300                        | 4070400       | 4070450                | 4070500          | 4071500      | 4072000            |
| <b>ETAT CHIMIQUE</b>  |                                |               |                        |                  |              |                    |
| <b>Somme de paramètres</b>                                  | <b>Code SANDRE</b>             |               |                        |                  |              |                    |
| Alachlore (µg/L)  | 1101                           | 0,01          |                        |                  |              | 0,01 0,02          |
| Anthracène (µg/L)   | 1458                           |               |                        |                  |              |                    |
| Atrazine (µg/L)   | 1107                           | 0,02          |                        |                  |              | 0,02 0,02          |
| Benzène (µg/L)  | 1114                           |               |                        |                  |              |                    |
| Cadmium et composés (µg/L)                                  | 1388                           |               |                        |                  |              |                    |
| Chlorofenylphos (µg/L)                                      | 1464                           | 0,01          |                        |                  |              | 0,01 0,02          |
| Chloroalcanes C10-13 (µg/L)                                 | 1955                           |               |                        |                  |              |                    |
| Chloropyrifos (éthylchloropyrifos) (µg/L)                   | 1083                           | 0,01          |                        |                  |              | 0,01 0,02          |
| DDT total (µg/L)  | =1145+1117+1116+1144           | DDTT          |                        |                  |              |                    |
| Para-para-DDT (µg/L)  | 1148                           |               |                        |                  |              | 0,01               |
| 1,2-dichloroéthane (µg/L)                                   | 1161                           |               |                        |                  |              |                    |
| Dichlorométhane (µg/L)                                      | 1168                           |               |                        |                  |              |                    |
| Di(2-éthylhexyl)phthalate (DEHP) (µg/L)                     | 1461 puis 6616                 |               |                        |                  |              |                    |
| Diphényléthers bromés (µg/L)                                | =2920+2919+2918+2915+2912+2911 | DB            |                        |                  |              |                    |
| Diuron (µg/L)   | 1177                           | 0,02          |                        |                  |              | 0,027 0,01         |
| Endosulfan (µg/L)   | =1178+1179                     | 1743          |                        |                  |              | 0,01               |
| Fluoranthène (µg/L)   | 1191                           |               |                        |                  |              |                    |
| Hexachlorobenzène (µg/L)                                    | 1199                           |               |                        |                  |              | 0,004              |
| Hexachlorobutadiène (µg/L)                                  | 1652                           |               |                        |                  |              |                    |
| Hexachlorocyclohexane (µg/L)                                | =200+201+202+203               | 5537          |                        |                  |              |                    |
| HAP - Benzo(a)pyrène (µg/L)                                 | 1115                           |               |                        |                  |              |                    |
| HAP - Benzo(b)fluoranthène et Benzo(k)fluoranthène (µg/L)   | =1116+1117                     | BenzoBK       |                        |                  |              |                    |
| HAP - Benzo(g,h,i)perylène et Indeno(1,2,3-cd)pyrène (µg/L) | =1118+1204                     | BI            |                        |                  |              |                    |
| Isoproturon (µg/L)  | 1208                           | 0,06          |                        |                  |              | 0,061 0,01         |
| Mercure et ses composés (µg/L)                              | 1387                           |               |                        |                  |              |                    |
| Naphtalène (µg/L)   | 1517                           |               |                        |                  |              |                    |
| Nickel et ses composés (µg/L)                               | 1386                           |               |                        |                  |              |                    |
| Nonylphénol (4-nonylphénol) (µg/L)                          | 5474                           |               |                        |                  |              |                    |
| Octylphénol (4-(1,1',3,3'-tétraméthylbutyl)-phénol) (µg/L)  | 1959                           | 0,10          |                        |                  |              | 0,1 0,001          |
| Pentachlorobenzène (µg/L)                                   | 1888                           |               |                        |                  |              | 0,001              |
| Pentachlorophénol (µg/L)                                    | 1235                           | 0,06          |                        |                  |              | 0,06 0,05          |
| Pesticides cyclodiènes (µg/L)                               | PC                             |               |                        |                  |              |                    |
| Plomb et ses composés (µg/L)                                | 1382                           |               |                        |                  |              |                    |
| Simazine (µg/L)   | 1263                           | 0,02          |                        |                  |              | 0,02 0,02          |
| Tétrachloroéthylène (µg/L)                                  | 1272                           |               |                        |                  |              |                    |
| Tétrachlorure de carbone (µg/L)                             | 1276                           |               |                        |                  |              |                    |
| Composés du tributylétain (tributylétain-cation) (µg/L)     | 2879                           |               |                        |                  |              | 0,0008             |
| Trichlorobenzènes (µg/L)                                    | =1283+130+1329                 | 1774          | 0,005                  |                  |              | 0,005              |
| Trichloroéthylène (µg/L)                                    | 1286                           |               |                        |                  |              |                    |
| Trichlorométhane (chloroforme) (µg/L)                       | 1135                           |               |                        |                  |              |                    |
| Trifluraline (µg/L)   | 1289                           |               |                        |                  |              | 0,02               |

**Etat chimique**

|    |  |
|----|--|
| NC | Absence de données                               |
|    | Informations insuffisantes pour attribuer l'état |
|    | Bon état   |
|    | Mauvais état                                     |

**Etat écologique**

|    |                                     |
|----|-------------------------------------|
| NC | Non Communiqué (Absence de données) |
|    | Très bon état                       |
|    | Bon état                            |
|    | Etat moyen                          |
|    | Etat médiocre                       |
|    | Mauvais état                        |

Tabl. 23 - Résultats analyses qualités 2011-2013 sur le Cher canalisé FRGR0150C

## 8.2. ESPECES INVASIVES

La Jussie est présente sur le Cher depuis environ 20 ans. L'ensemble de la zone d'étude est concernée, mais le secteur le plus touché correspond à la partie du Cher canalisé et notamment à l'aval du barrage de Rochepinard (Cf. figures ci-après).



**Fig. 75. Zones concernées par la Jussie**

Un inventaire des plantes envahissantes a été réalisé par la fédération de pêche et le syndicat du Cher canalisé en 2010, 17 espèces ont été recensées. Les espèces sont classées par ordre de priorités. Les espèces prioritaires rencontrées sont les suivantes :

- Jussie (2 espèces *Ludwigia grandiflora* et de *Ludwigia peploides*),
- La vigne vierge (*Parthenocissus quinquefolia*)
- Le robinier faux acacia ( *Robinia pseudoacacia*)

Ces espèces sont régulièrement présentes sur le Cher, on rencontre également sur certaines zones :

- La renouée du japon (*Reynoutria japonica*)
- Le solidage glabre (*Solidago gigantea*).

Les espèces prioritaires font l'objet de préconisations d'actions en matière de lutte par le CBNBP<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien

## 9. OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX ASSOCIES A LA MASSE D'EAU

L'objectif de qualité assigné à la masse d'eau « Le Cher depuis Noyers-Sur-Cher jusqu'à la confluence avec la Loire» FRGR0150C est celui de « bon état écologique ». L'atteinte de cet objectif est prévue en 2021 (délai chimique).

| OBJECTIF DE BON ETAT |                  |                   |                |
|----------------------|------------------|-------------------|----------------|
| Objectif écologique  | Délai écologique | Objectif chimique | Délai chimique |
| Bon Etat             | 2015             | Bon Etat          | 2021           |

**Tabl. 24 - Objectif du SDAGE**

| Caractérisation du risque de non atteinte de l'objectif : |                |          |            |          |             |                          |            |
|---|----------------|----------|------------|----------|-------------|--------------------------|------------|
| Risque Global   | Macropolluants | Nitrates | Pesticides | Toxiques | Morphologie | Obstacles à l'écoulement | Hydrologie |
| Risque  | Respect        | Respect  | Risque     | Respect  | Risque      | Risque                   | Respect    |

**Tabl. 25 - Caractérisation 2013 du risque 2021**

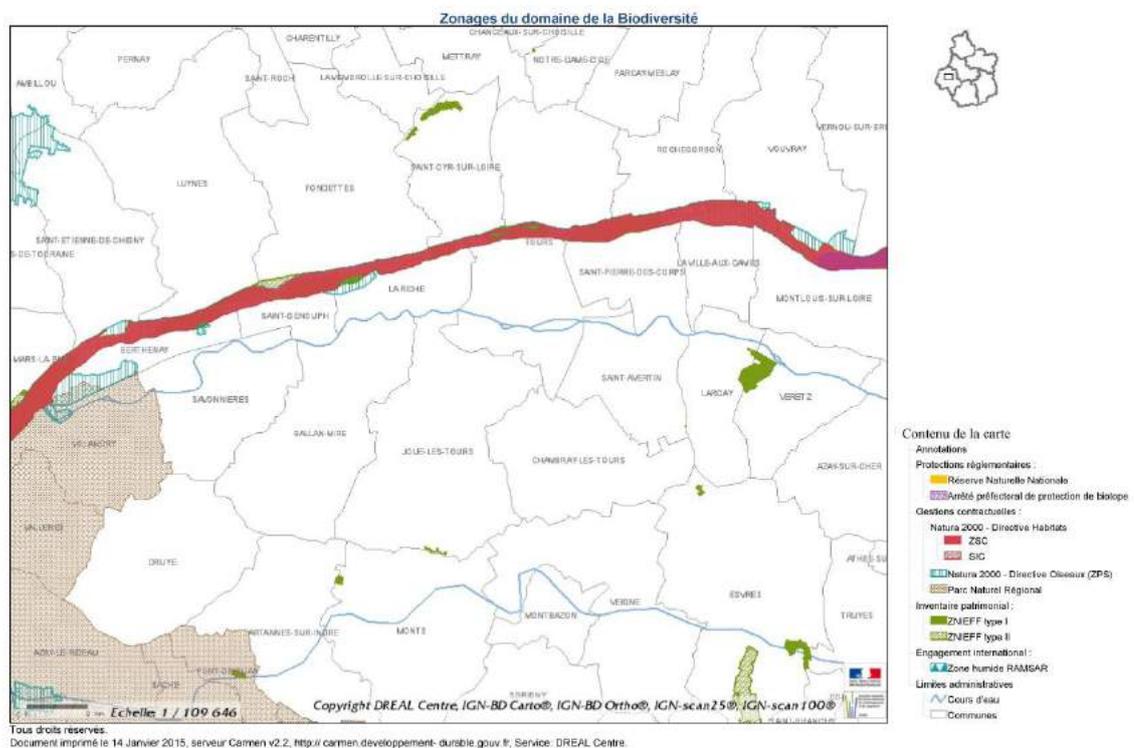
## 10. VOLET BIOLOGIQUE

### 10.1. PREAMBULE

Sur le secteur d'étude on rencontre une zone classée au titre de Natura 2000. Le secteur est situé sur la commune de Villandry au droit de la confluence.

- **Natura 2000 : Directive Oiseaux (Situation au 01/01/2013)**

« VALLEE DE LOIRE D'INDRE ET LOIRE arrêté préfectoral du 05/07/2005 »



Sur ce secteur on rencontre également une zone Natura 2000 : Directive Habitats (Situation au 01/01/2013) « LA LOIRE DE CANDES SAINT MARTIN A MOSNES »

Une ZNIEFF est située sur le territoire des communes de Larçay et Vétetz ZNIEFF « Parc et coteaux de Vétetz », à proximité du Cher.

Les autres ZNIEFF du secteur ne sont pas à proximité immédiate du Cher.

## ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

RAPPORT FINAL

## 10.2. PRESENTATION DU SITE ZPS « VALLEE DE LOIRE D'INDRE ET LOIRE »

- Espèces visées à l'article 4 de la directive 2009/147/CE et évaluation

| Espèce |      |                                       | Population présente sur le site |        |       |       |                 | Évaluation du site  |         |       |       |       |
|--------|------|---------------------------------------|---------------------------------|--------|-------|-------|-----------------|---------------------|---------|-------|-------|-------|
| Groupe | Code | Nom scientifique                      | Type                            | Taille |       | Unité | Cat.<br>C R V P | Qualité des données | A B C D |       |       |       |
|        |      |                                       |                                 | Min    | Max   |       |                 |                     | Pop.    | Cons. | Isol. | Glob. |
| B      | A023 | <a href="#">Nycticorax nycticorax</a> | r                               | 30     | 30    | p     | P               | G                   | C       | B     | C     | B     |
| B      | A023 | <a href="#">Nycticorax nycticorax</a> | c                               |        |       | i     | P               | P                   | C       | B     | C     | B     |
| B      | A026 | <a href="#">Egretta garzetta</a>      | w                               | 80     | 80    | i     | P               | G                   | C       | B     | C     | B     |
| B      | A026 | <a href="#">Egretta garzetta</a>      | r                               | 40     | 40    | p     | P               | G                   | C       | B     | C     | B     |
| B      | A026 | <a href="#">Egretta garzetta</a>      | c                               |        |       | i     | P               | M                   | C       | B     | C     | B     |
| B      | A027 | <a href="#">Egretta alba</a>          | w                               | 5      | 10    | i     | P               | G                   | C       | B     | C     | B     |
| B      | A030 | <a href="#">Ciconia nigra</a>         | r                               |        |       | i     | P               | P                   | D       |       |       |       |
| B      | A072 | <a href="#">Pernis apivorus</a>       | r                               |        |       | i     | P               | P                   | D       |       |       |       |
| B      | A073 | <a href="#">Milvus migrans</a>        | r                               | 3      | 5     | p     | P               | M                   | D       |       |       |       |
| B      | A082 | <a href="#">Circus cyaneus</a>        | c                               |        |       | i     | P               | P                   | D       |       |       |       |
| B      | A084 | <a href="#">Circus pygargus</a>       | c                               |        |       | i     | P               | P                   | D       |       |       |       |
| B      | A094 | <a href="#">Pandion haliaetus</a>     | c                               |        |       | i     | P               | G                   | D       |       |       |       |
| B      | A133 | <a href="#">Burhinus oediceramus</a>  | c                               |        |       | i     | P               | P                   | D       |       |       |       |
| B      | A136 | <a href="#">Charadrius dubius</a>     | r                               | 50     | 150   | p     | P               | M                   | D       |       |       |       |
| B      | A151 | <a href="#">Philomachus pugnax</a>    | c                               |        |       | i     | P               | P                   | D       |       |       |       |
| B      | A166 | <a href="#">Tringa glareola</a>       | c                               |        |       | i     | P               | P                   | D       |       |       |       |
| B      | A168 | <a href="#">Actitis hypoleucos</a>    | w                               |        |       | i     | P               | P                   | D       |       |       |       |
| B      | A168 | <a href="#">Actitis hypoleucos</a>    | r                               | 10     | 20    | p     | P               | M                   | D       |       |       |       |
| B      | A168 | <a href="#">Actitis hypoleucos</a>    | c                               |        |       | i     | P               | P                   | D       |       |       |       |
| B      | A176 | <a href="#">Larus melanocephalus</a>  | r                               | 250    | 250   | p     | P               | G                   | B       | B     | B     | B     |
| B      | A179 | <a href="#">Larus ridibundus</a>      | w                               | 12000  | 12000 | i     | P               | G                   | B       | B     | C     | B     |
| B      | A179 | <a href="#">Larus ridibundus</a>      | r                               | 2000   | 2000  | p     | P               | G                   | B       | B     | C     | B     |
| B      | A193 | <a href="#">Sterna hirundo</a>        | r                               | 240    | 240   | p     | P               | G                   | B       | A     | C     | B     |
| B      | A195 | <a href="#">Sterna albifrons</a>      | r                               | 150    | 150   | p     | P               | G                   | A       | A     | C     | A     |
| B      | A196 | <a href="#">Chlidonias hybridus</a>   | c                               |        |       | i     | P               | M                   | D       |       |       |       |
| B      | A197 | <a href="#">Chlidonias niger</a>      | c                               |        |       | i     | P               | M                   | D       |       |       |       |
| B      | A229 | <a href="#">Alcedo atthis</a>         | p                               |        |       | i     | P               | P                   | D       |       |       |       |
| B      | A236 | <a href="#">Dryocopus martius</a>     | p                               |        |       | i     | P               | P                   | D       |       |       |       |
| B      | A338 | <a href="#">Lanius collurio</a>       | r                               | 1      | 10    | p     | P               | M                   | D       |       |       |       |
| B      | A338 | <a href="#">Lanius collurio</a>       | c                               |        |       | i     | P               | P                   | D       |       |       |       |

- **Groupe** : A = Amphibiens, B = Oiseaux, F = Poissons, I = Invertébrés, M = Mammifères, P = Plantes, R = Reptiles.
- **Type** : p = espèce résidente (sédentaire), r = reproduction (migratrice), c = concentration (migratrice), w = hivernage (migratrice).
- **Unité** : i = individus, p = couples, adults = Adultes matures, area = Superficie en m2, bfemales = Femelles reproductrices, cmales = Mâles chanteurs, colonies = Colonies, fstems = Tiges florales, grids1x1 = Grille 1x1 km, grids10x10 = Grille 10x10 km, grids5x5 = Grille 5x5 km, length = Longueur en km, localities = Stations, logs = Nombre de branches, males = Mâles, shoots = Pousses, stones = Cavités rocheuses, subadults = Sub-adultes, trees = Nombre de troncs, tufts = Touffes.

- Autres espèces importantes de Faune et de flore

| Espèce |      |                                 | Population présente sur le site |      |       |                 | Motivation       |   |                   |   |   |   |
|--------|------|---------------------------------|---------------------------------|------|-------|-----------------|------------------|---|-------------------|---|---|---|
| Groupe | Code | Nom scientifique                | Taille                          |      | Unité | Cat.<br>C R V P | Annexe Dir. Hab. |   | Autres catégories |   |   |   |
|        |      |                                 | Min                             | Max  |       |                 | IV               | V | A                 | B | C | D |
| B      |      | <a href="#">Falco subbuteo</a>  | 10                              | 15   | p     | P               |                  |   |                   |   |   |   |
| B      |      | <a href="#">Riparia riparia</a> | 1500                            | 1500 | p     | P               |                  |   |                   |   |   |   |

- **Groupe** : A = Amphibiens, B = Oiseaux, F = Poissons, Fu = Champignons, I = Invertébrés, L = Lichens, M = Mammifères, P = Plantes, R = Reptiles.
- **Unité** : i = individus, p = couples, adults = Adultes matures, area = Superficie en m2, bfemales = Femelles reproductrices, cmales = Mâles chanteurs, colonies = Colonies, fstems = Tiges florales, grids1x1 = Grille 1x1 km, grids10x10 = Grille 10x10 km, grids5x5 = Grille 5x5 km, length = Longueur en km, localities = Stations, logs = Nombre de branches, males = Mâles, shoots = Pousses, stones = Cavités rocheuses, subadults = Sub-adultes, trees = Nombre de troncs, tufts = Touffes.
- **Catégories du point de vue de l'abondance (Cat.)** : C = espèce commune, R = espèce rare, V = espèce très rare, P = espèce présente.
- **Motivation** : IV, V : annexe où est inscrite l'espèce (directive « Habitats ») ; A : liste rouge nationale ; B : espèce endémique ; C : conventions internationales ; D : autres raisons.

**10.2.1. Caractère général du site**

| Classe d'habitat   | Pourcentage de couverture |
|--|---------------------------|
| N06 : Eaux douces intérieures (Eaux stagnantes, Eaux courantes)                                | 31 %                      |
| N07 : Marais (vegetation de ceinture), Bas-marais, Tourbières,                                 | 4 %                       |
| N08 : Landes, Broussailles, Recrus, Maquis et Garrigues, Phrygana                              | 6 %                       |
| N09 : Pelouses sèches, Steppes   | 3 %                       |
| N10 : Prairies semi-naturelles humides, Prairies mésophiles améliorées                         | 7 %                       |
| N14 : Prairies améliorées  | 1 %                       |
| N15 : Autres terres arables  | 8 %                       |
| N16 : Forêts caducifoliées   | 31 %                      |
| N20 : Forêt artificielle en monoculture (ex: Plantations de peupliers ou d'Arbres exotiques)   | 3 %                       |
| N22 : Rochers intérieurs, Eboulis rocheux, Dunes intérieures, Neige ou glace permanente        | 1 %                       |
| N23 : Autres terres (incluant les Zones urbanisées et industrielles, Routes, Décharges, Mines) | 5 %                       |

**Autres caractéristiques du site**

A l'amont de la confluence avec le Cher, le lit conserve des caractères de la partie amont. On note toutefois l'apparition de falaises calcaires favorisant la présence d'habitats rupicoles.

Après la confluence avec le Cher et surtout avec la Vienne, le lit mineur se diversifie avec la présence de grandes îles et d'un val plus ample et localement bocager.

Vulnérabilité : Dérangement humain (certaines formes de loisirs).

**10.2.2. Qualité et importance**

Présence de colonies nicheuses de Sternes naine et pierregarin et de Mouette mélanocéphale. Ces colonies se déplacent d'année en année en raison du changement de physionomie des îlots (dynamique fluviale, végétalisation). Reproduction du Bihoreau gris. Reproduction également de l'Aigrette garzette, de la Bondrée apivore, du Milan noir, du Martin-pêcheur, du Pic noir, de la Pie-grièche écorcheur. Colonies importantes de Mouettes rieuses et d'Hirondelles de rivage. Le site présente aussi un intérêt en période migratoire.

Les milieux ligériens sont particulièrement intéressants : vastes pelouses sur sable décalcifié des bras annexes, mares, forêts alluviales (pour la plupart en excellent état).

**10.2.3. Menaces, pressions et activités ayant une incidence sur le site**

Il s'agit des principales incidences et activités ayant des répercussions notables sur le site

| Incidences négatives |                             |  |                  |                               |
|----------------------|-----------------------------|--|------------------|-------------------------------|
| Importance           | Menaces et pressions [code] | Menaces et pressions [libellé]   | Pollution [code] | Intérieur / Extérieur [i o b] |
| H                    | G01.01                      | Sports nautiques   |                  | I                             |
| H                    | G05.01                      | Piétinement, surfréquentation  |                  | I                             |
| H                    | J02.12                      | Endigages, remblais, plages artificielles                                      |                  | I                             |
| L                    | C01.01                      | Extraction de sable et graviers  |                  | I                             |
| L                    | D01.01                      | Sentiers, chemins, pistes cyclables (y compris route forestière)               |                  | I                             |
| L                    | K02.03                      | Eutrophisation (naturelle)   |                  | I                             |
| M                    | D02.01                      | Lignes électriques et téléphoniques  |                  | I                             |
| M                    | G01.08                      | Autres activités de plein air et de loisirs                                    |                  | I                             |
| M                    | G05                         | Autres intrusions et perturbations humaines                                    |                  | I                             |
| M                    | H01                         | Pollution des eaux de surfaces (limniques et terrestres, marines et saumâtres) |                  | I                             |
| M                    | J02.05                      | Modifications du fonctionnement hydrographique                                 |                  | I                             |
| M                    | L08                         | Inondation (processus naturels)  |                  | I                             |
| Incidences positives |                             |  |                  |                               |
| Importance           | Menaces et pressions [code] | Menaces et pressions [libellé]   | Pollution [code] | Intérieur / Extérieur [i o b] |

- **Importance** : H = grande, M = moyenne, L = faible.
- **Pollution** : N = apport d'azote, P = apport de phosphore/phosphate, A = apport d'acide/acidification, T = substances chimiques inorganiques toxiques, O = substances chimiques organiques toxiques, X = pollutions mixtes.
- **Intérieur / Extérieur** : I = à l'intérieur du site, O = à l'extérieur du site, B = les deux.

## **ANNEXE 1**

# **Description des ponts jalonnant le linéaire d'étude**



## Viaduc TGV Larçay - PK 27,4

Il s'agit d'un viaduc traversant l'ensemble du lit majeur du Cher.

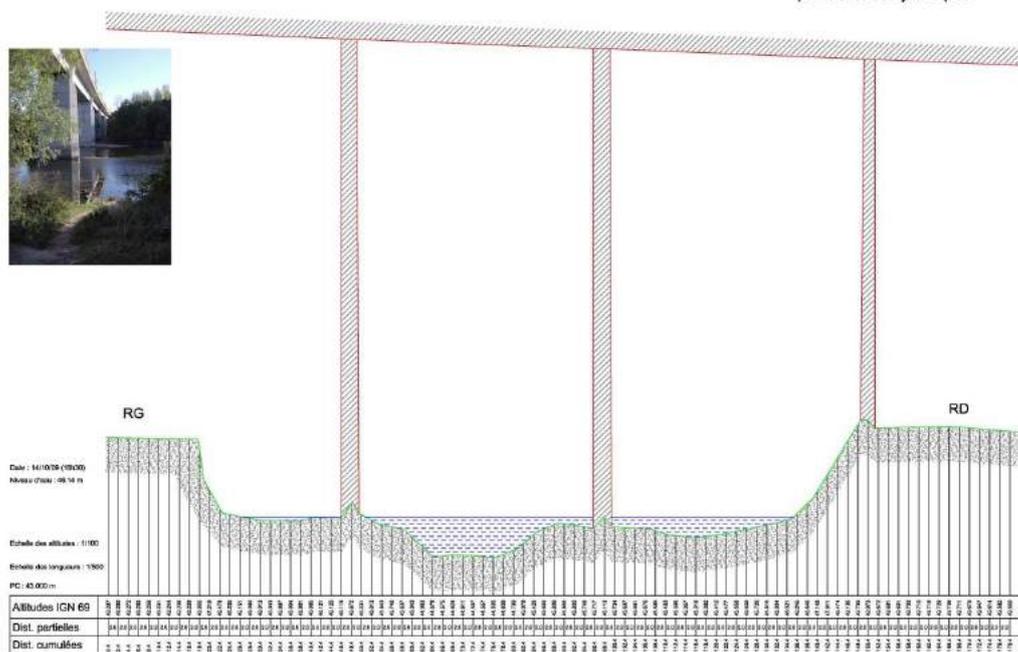
Il a été construit à la fin des années 80 et présente deux appuis en lit mineur ainsi qu'un appui en haut de berge rive droite.



Affaire : 20937  
Rivière Le Cher

N°25 - Larçay\_Viaduc TGV (Lit Mineur)  
Abscisse : 122402 m

Etude de la géométrie du lit mineur  
du Cher, de l'Indre et de leurs affluents  
par relevés Bathymétriques



**Fig. 77. Profil en travers du pont TGV à Larçay**





## Pont ferroviaire Tours - PK 19,9

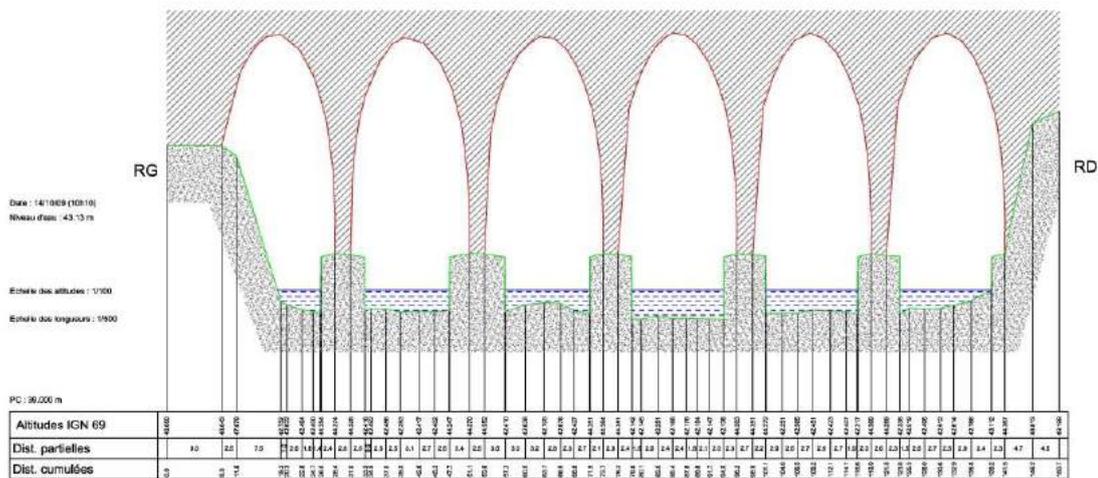
Situé à environ 600 m en aval du barrage de Rochepinard, ce pont traverse les deux bras du Cher autour de l'île Balzac.

Sur le bras rive droite, le pont voûte est constitué de 6 travées. Sur le bras rive gauche, le pont est constitué de 4 travées. Les piles et culées sont en maçonnerie et viennent s'appuyer sur des massifs en béton ceinturé par des enceintes de palplanches émergentes en basses eaux, particulièrement en rive gauche.



*Pont sur le bras rive droite*

*Pont sur le bras rive gauche*





## **Pont Sanitas / Avenue Grammont - PK 19,3**

Situé à environ 1,2k m en aval du barrage de Rochepinard, ce pont traverse les deux bras du Cher autour de l'île Balzac.

Sur le bras rive droite, le pont voûte est constitué de 7 travées. Sur le bras rive gauche, le pont est constitué de 10 travées. Les piles et culées sont en maçonnerie et viennent s'appuyer sur des massifs en béton ceinturé par des enceintes de palplanches émergentes en basses eaux (uniquement en rive gauche).



*Pont sur le bras rive gauche*



*Massifs de fondation*



*Pont sur le bras rive droite*

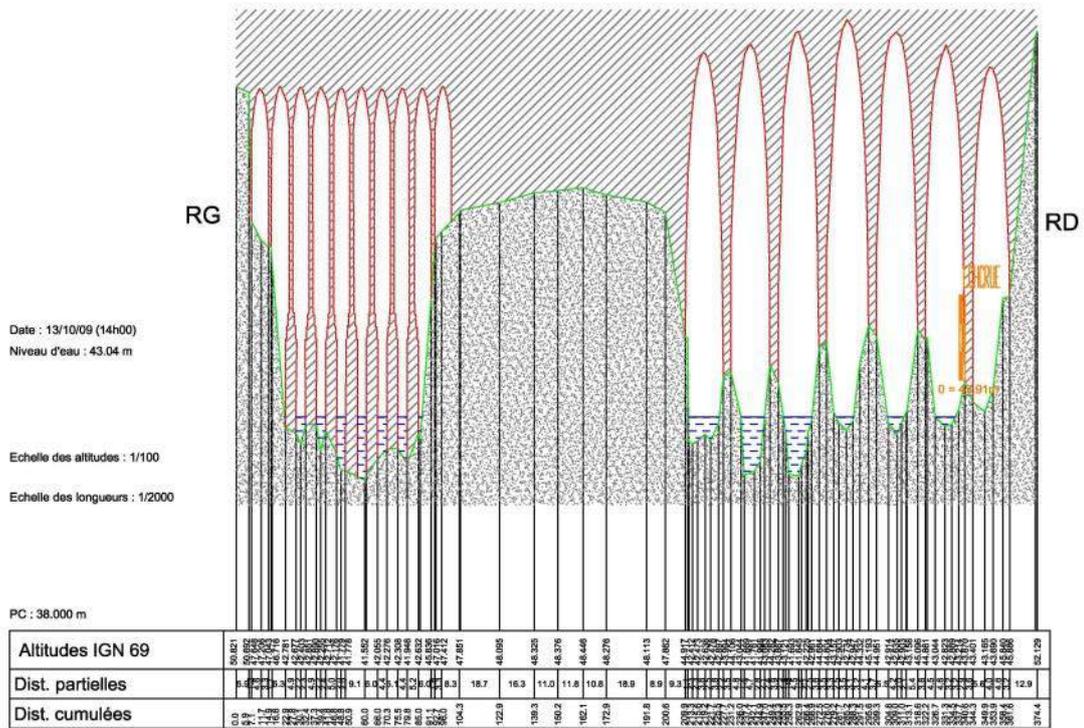


*Pont sur le bras rive droite*

**ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DU CHER DANS SA TRAVERSEE TOURANGELLE**

Phase 1 et 2 : Etat des Lieux - Diagnostic

**RAPPORT FINAL**



**Fig. 82. Profil en travers du pont Sanitas**

## Pont Tramway - PK 18,7

Situé à environ 1,8 km en aval du barrage de Rochepinard, ce pont a été construit en 2010 pour le passage de la nouvelle ligne de tramway. Il présente 3 appuis en rivière.



*Pont du tramway*



*Appui en rivière*

## Pont Saint-Sauveur - PK 17,9

Situé à environ 2,6 km en aval du barrage de Rochepinard, ce pont en pierre est constitué de 6 voûtes et présente 5 appuis en rivière.

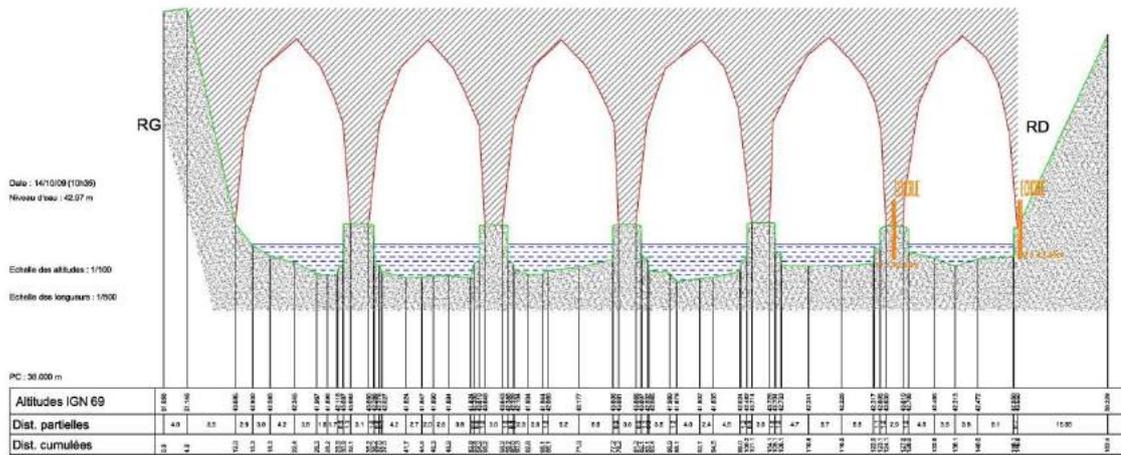
Les piles et culées sont en maçonnerie et viennent s'appuyer sur des massifs en béton ceinturé par des enceintes de palplanches émergentes en basses eaux.



Pont Saint-Sauveur



Massif de fondation



**Fig. 83. Profil en travers du pont Saint-Sauveur**





## **ANNEXE 2**

# **Plan de localisation des données bathymétriques disponibles**

## **ANNEXE 3**

# **Analyse diachronique**

## **ANNEXE 4**

# **Résultats analyses sédiments**