

RAPPORT D'ÉTUDE

Juin 2022



Digue du Cher dans le Val de Tours Secteur T7 à La Riche (37)

Levé topo-bathymétrique 2022

Le Cerema (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement) est un établissement public tourné vers l'appui aux politiques publiques, placé sous la double tutelle du ministère de la transition écologique et du ministère de la cohésion des territoires et des relations avec les collectivités territoriales.

Les métiers du Cerema s'organisent autour de 6 grands domaines d'activité complémentaires visant à accompagner les acteurs territoriaux dans la réalisation de leurs projets.

6 domaines d'activité :

Expertise et ingénierie territoriale / Bâtiment / Mobilités / Infrastructures de transport / Environnement et risques / Mer et littoral

Site web : [cerema.fr](https://www.cerema.fr)

Digue du Cher dans le Val de Tours

Secteur T7 à La Riche (37)

Levé topo-bathymétrique 2022

Commanditaire : Bureau d'Études et Travaux Tours du Département Etudes et Travaux Loire de la DREAL Centre-Val de Loire

Auteur : Francis Garnier – chargé d'études hydrographiques

Responsable du rapport

Coraline WINTENBERGER – Agence de Blois – Groupe Risques Inondations – Surveillance des Ouvrages et des Milieux (GRISOM)
Tél. : +33(0) 2 54 55 49 52 – Mobile : +33(0)6 64 00 65 20
Courrier : coraline.wintenberger@cerema.fr
Direction Normandie-Centre – Agence de Blois 11 rue Laplace – 41000 Blois

Historique des versions du document

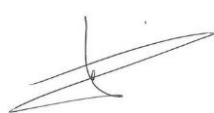
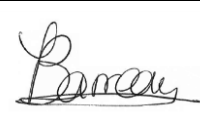
Version	Date	Commentaire
V1	12/05/2022	Version initiale – rédaction Francis Garnier
V2	03/06/2022	Relecture et corrections Coraline Wintenberger
V3	07/06/2022	Corrections Francis Garnier
VF	14/06/2022	Relecture et validation Coraline Wintenberger

Références

N° d'affaire : 21-NC-0456

Partenaire(s) : DREAL Centre Val de Loire – ARTELIA - QUARTA

Devis n° DE-2022-0010548 du 11/02/2022

Nom	Service	Rôle	Date	Visa
Francis Garnier	Chargé d'études hydrographiques – GRISOM	Auteur principal	12/05/22	
Coraline Wintenberger	Responsable d'études hydrographiques – GRISOM	Contributeur/Relecteur	14/06/22	
Laura Barreau	Adjointe à la cheffe de groupe – GRISOM	Valideur	16/06/22	

Résumé de l'étude

Dans le cadre du Plan Loire IV, les services de l'État poursuivent le programme de fiabilisation des digues du Val de Tours comprenant plusieurs opérations de renforcements des digues du Cher. Le Bureau d'Etudes et Travaux Tours du Département Etudes et Travaux Loire de la DREAL Centre-Val de Loire a sollicité l'équipe de Surveillance des Ouvrages et des Milieux (SOM) du Cerema Normandie-Centre – Agence de Blois pour réaliser des levés topo-bathymétriques au droit des digues du Cher sur 7 tronçons, regroupés en 5 secteurs, afin de permettre la réalisation des projets travaux.

Le présent rapport concerne le levé topo-bathymétrique du secteur T7 réalisé le 03 mars 2022 par l'équipe SOM. Le levé bathymétrique caractérise la morphologie du lit du Cher au droit de la digue, située en rive droite, sur un linéaire de 300 m. Le levé topographique caractérise les berges. Quatre profils en travers, espacés de 100 m, ont été édités à partir du levé selon les profils topographiques Quarta.

Mots-clés

Bathymétrie monofaisceau

Profils en travers

Digue

Cher

Statut de communication de l'étude

Les études réalisées par le Cerema sur sa subvention pour charge de service public sont par défaut indexées et accessibles sur le portail documentaire du Cerema. Toutefois, certaines études à caractère spécifique peuvent être en accès restreint ou confidentiel. Il est demandé de préciser ci-dessous le statut de communication de l'étude.

- ☒ Accès libre : document accessible au public sur internet
- ☐ Accès restreint : document accessible uniquement aux agents du Cerema
- ☐ Accès confidentiel : document non accessible

Cette étude est capitalisée sur la plateforme documentaire [CeremaDoc](https://doc.cerema.fr/depot-rapport.aspx), via le dépôt de document : <https://doc.cerema.fr/depot-rapport.aspx>

Contexte

Les mesures réalisées par l'équipe de Surveillance des Ouvrages et des Milieux (SOM) du Cerema sont assurées par des hydrographes dont les compétences sont reconnues auprès de l'Association Francophone d'Hydrographie (AFHy). Les analyses sont assurées par la responsable de l'activité Surveillance des Ouvrages et des Milieux, docteure en morphodynamique fluviale.

Les levés bathymétriques respectent au minimum les recommandations de la classe de produit 1b de la Norme OHI (S-44), norme hydrographique de référence internationale qui décrit les exigences minimales en termes de qualité et d'incertitudes concernant les levés hydrographiques. L'équipe s'appuie à la fois sur le « Guide Du Shom Pour La Réalisation Des Levés Hydrographiques » (Service hydrographique et océanographique de la marine, 2019) pour la conduite des levés et sur les « Recommandations pour la conduite d'un levé bathymétrique réalisé dans le domaine portuaire, côtier ou fluvial » publiées et tenues à jour par l'AFHy dont l'application dans l'ensemble des services doit permettre de donner le statut de règles de l'art à ces recommandations et d'unifier la profession dans ces pratiques. Notamment, les levés bathymétriques respectent, en plus de la classe 1b de la norme S-44, la classe de produit « évolution des fonds 1 » proposée dans les recommandations de l'AFHy, basée sur la Norme OHI (S-44).

Le Cerema est membre de la Société Hydrotechnique de France (SHF), société savante œuvrant pour le partage des connaissances, l'innovation et la prospective dans les domaines des sciences et de l'ingénierie de l'eau assurant à l'équipe SOM un accès à l'évolution des savoirs scientifiques et techniques dans ses domaines d'expertise. L'équipe est également membre du réseau de professionnels Groupe Doppler Hydrométrie (GDH), lié à la SHF, à l'origine de la publication du guide Mesures hydrologiques par profileur Doppler (aDcp)¹ auquel se réfère l'équipe SOM pour les mesures aDcp.

¹ Le Coz Jérôme, Pierrefeu Gilles, Sayssset Gérard, Brochot Jean-François, Marchand Pierre. Mesures hydrologiques par profileur Doppler (aDcp). Paris: Éd. Quæ, 2008. 155 p. ISBN : 978-2-7592-0286-7

SOMMAIRE

1	PRESENTATION DE L'ETUDE	10
1.1	Contexte de l'étude	10
1.2	Description de la zone d'étude « Secteur T7 »	11
1.3	Livrables	13
1.3.1	Spécificités et contraintes techniques	13
1.3.2	Liste des pièces du dossier	14
1.3.3	Liste des documents numériques	14
2	CAMPAGNE DE MESURES	15
2.1	Méthodologie utilisée	15
2.2	Unités et qualité des mesures	16
2.2.1	Unités	16
2.2.2	Qualité du système de positionnement	16
2.2.3	Incertitudes des mesures bathymétriques	16
2.3	Description des équipements	17
2.3.1	Moyens nautiques	17
2.3.2	Système de positionnement	17
2.3.3	Système d'acquisition hydrographique	18
2.4	Conditions hydrauliques et contraintes du levé	18
2.4.1	Conditions hydrauliques	18
2.4.2	Contraintes du levé	18
2.5	Levé bathymétrique	19
2.5.1	Profils en travers	19
2.5.2	Surface du fond du Cher	19
	LES ANNEXES	20

INDEX DES ILLUSTRATIONS

<i>Illustration 1 - Localisation du secteur d'étude T7.</i>	10
<i>Illustration 2 – Description de la zone d'étude du secteur T7.</i>	11
<i>Illustration 3 – Abords de la zone d'étude du secteur T7 et semis des points levés</i>	12
<i>Illustration 4 – Localisation des mesures topo-bathymétriques, des profils théoriques et des points de topographie QUARTA.</i>	13
<i>Illustration 5 – A) Embarcation équipée de la chaîne d'acquisition ; B) instrument de mesure.</i>	17
<i>Illustration 6 – Schéma de principe de la mesure avec un échosondeur monofaisceau.</i>	18
<i>Illustration 7 – MNT issu de l'interpolation du levé bathymétrique 2022 du secteur T7.</i>	19

INDEX DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Incertitudes de positionnement planimétrique et altimétrique des sondes.</i>	16
---	----

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1	CARTE DE SITUATION _____	20
ANNEXE 2	INCERTITUDES DES MESURES _____	22
ANNEXE 3	MATERIEL UTILISE _____	24
ANNEXE 4	GLOSSAIRE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS _____	28

1 PRESENTATION DE L'ETUDE

1.1 Contexte de l'étude

Dans le cadre du Plan Loire IV, les services de l'État (la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement – DREAL et Direction Départementale des territoires – DDT) poursuivent le programme de fiabilisation des digues du Val de Tours. Ce programme comprend plusieurs opérations de renforcements des digues du Val de Cher sur les communes de La Riche, Saint-Genouph, Savonnières et Villandry.

Le Bureau d'Etudes et Travaux Tours du Département Etudes et Travaux Loire du Service Eau, Biodiversité, Risques Naturels et Loire de la DREAL Centre-Val de Loire a sollicité l'équipe d'hydrographie Surveillance des Ouvrages et des Milieux (SOM) du Groupe Risques Inondations Surveillance des Ouvrages et des Milieux de l'Agence de Blois – Cerema Normandie-Centre pour réaliser des levés topo-bathymétriques au droit de la digue du Cher sur 7 tronçons, regroupés en 5 secteurs, afin de permettre la réalisation des projets travaux.

Dans ce contexte, l'équipe d'hydrographie SOM a réalisé le 3 mars 2022, sur la commune de La Riche dans le département d'Indre-et-Loire (37), des levés topo-bathymétriques du lit du Cher sur le secteur d'étude T7 commandé par la DREAL CVL (Illustration 1).

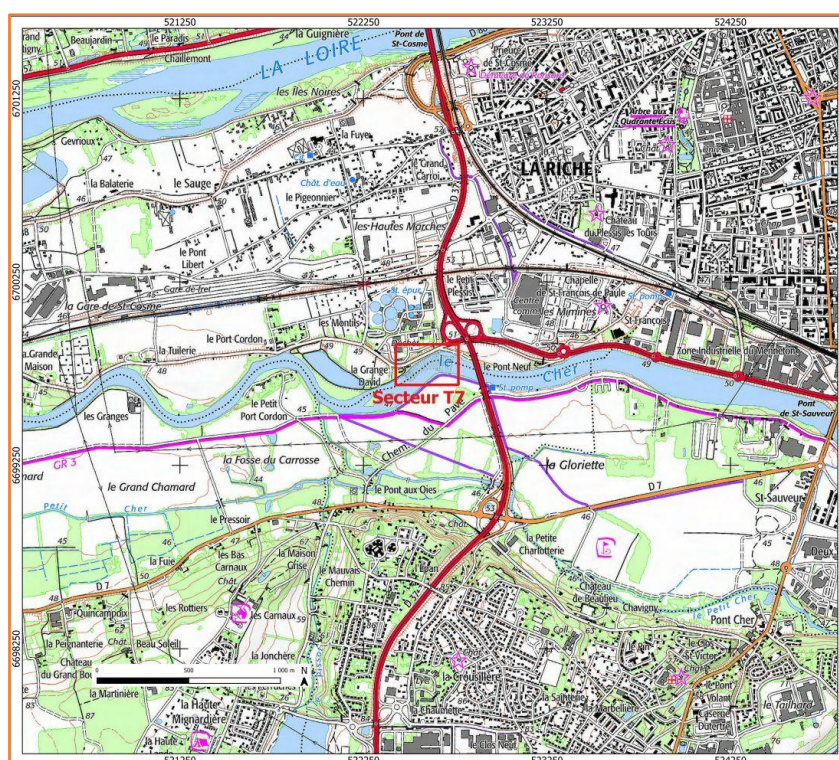


Illustration 1 - Localisation du secteur d'étude T7.
(Sources : extrait Annexe 1 - Cerema/NC-AB/GRISOM, IGN)

Un plan de situation (Annexe-1_Pièce-A) de la zone du levé est joint en annexe (ANNEXE 1 - Carte de situation).

1.2 Description de la zone d'étude « Secteur T7 »

Une suite de ponts se succèdent à l'amont dans la traversée de l'agglomération de Tours. Dans cette partie amont, le Cher est plutôt rectiligne, les berges sont fortement aménagées tandis qu'à l'aval, le tracé du Cher devient sinueux (Illustration 2). Le début de la zone d'étude se situe 130 m à l'aval du pont de la rocade RD37.

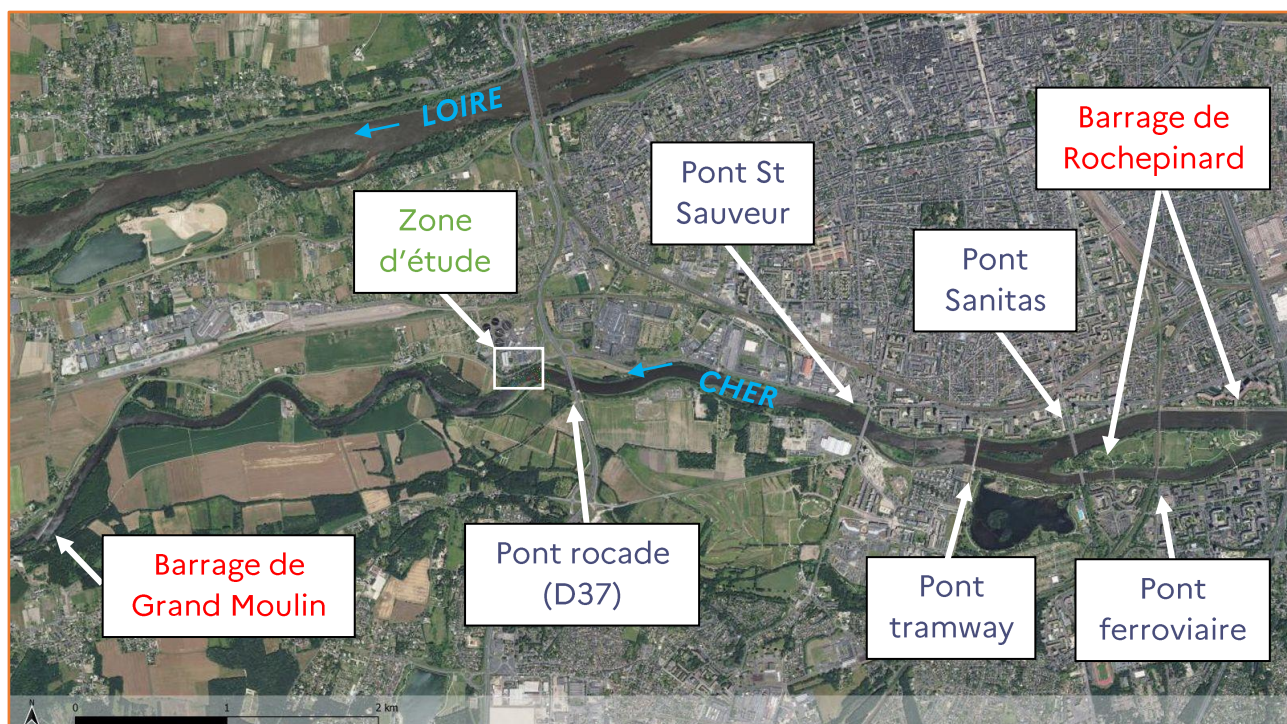


Illustration 2 – Description de la zone d'étude du secteur T7.
(Sources : Cerema/NC-AB/GRISOM, IGN, DREAL-CVL)

Dans la partie amont, l'écoulement est orienté est-ouest avec une légère composante vers le nord (Illustration 3). Environ 200 m à l'aval du pont de la RD37, le cours du Cher s'infléchit et prend une orientation sud-ouest. En amont de l'inflexion, la largeur navigable du Cher est d'environ 85 m, limité en rive droite par la présence de Jussie développée de l'aval du pont sur une longueur d'environ 180 m et d'une largeur de 10 à 18 m. Au droit de l'inflexion, le Cher a une largeur de 100 m avant de se rétrécir à nouveau. En rive gauche, une île rattachée à la berge, en cours de végétalisation et bordée de Jussie, réduit la section d'écoulement. Cette unité morphologique mesure environ 340 m de long avec une largeur maximale de 40 m. Dans la partie la plus étroite, la section d'écoulement du Cher est d'environ 45 m.

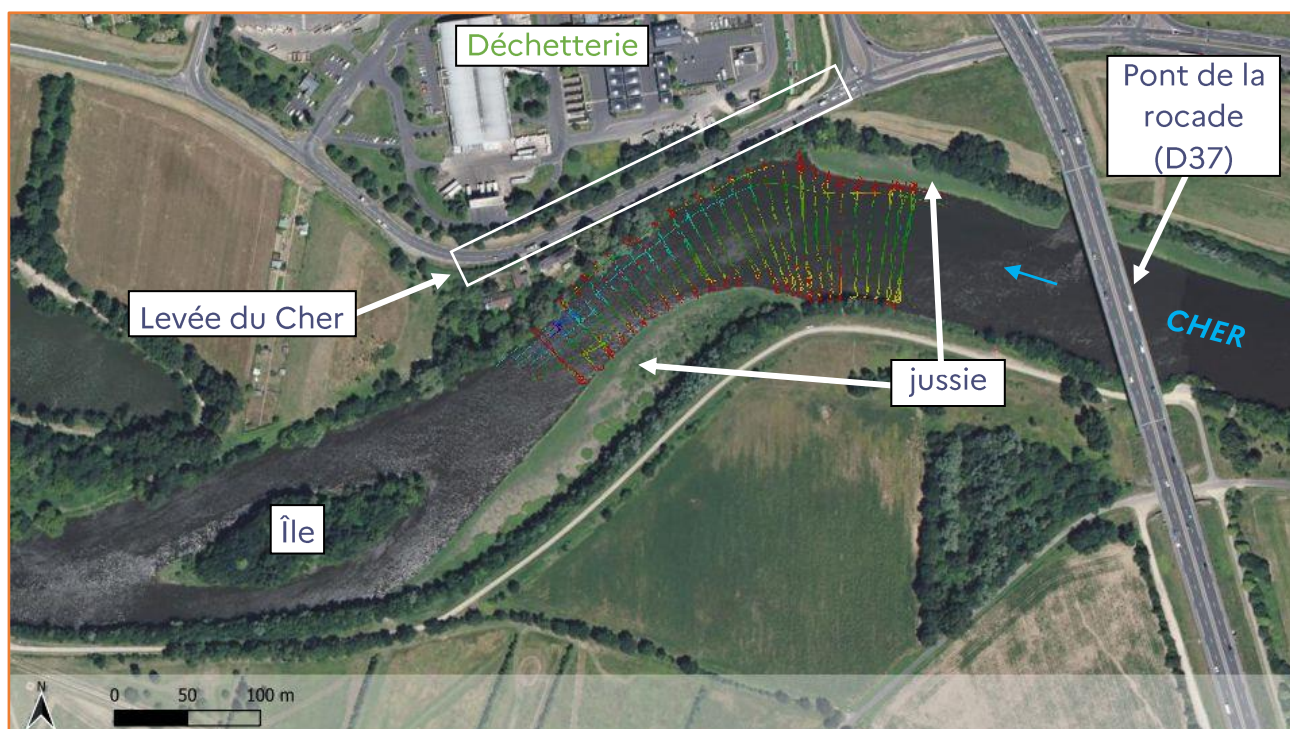


Illustration 3 – Abords de la zone d'étude du secteur T7 et semis des points levés
(bleu : zones de basse altitude ; rouge : zones de haute altitude).
(Sources : Cerema/NC-AB/GRISOM, IGN, DREAL-CVL)

1.3 Livrables

1.3.1 Spécificités et contraintes techniques

Le levé s'étend sur 300 m de long, entre les profils QUARTA P1334 et P1347 sur la largeur de la section d'écoulement (Illustration 4). En rive droite, dans la mesure du possible, les données se raccordent aux données topographiques issues des levés QUARTA dont les données sont utilisées pour la réalisation des livrables (Pièce B). La Jussie en amont rive droite et en aval rive gauche empêche le levé au plus près de la berge. De même, une propriété privée et de la végétation ligneuse en rive droite amont, ne permettent pas de raccorder les données topographiques des levés QUARTA.

A partir du levé, quatre profils en travers ont été édités tous les 100 m pour prolonger et raccorder les profils QUARTA du secteur (Illustration 4). D'amont en aval, ils se nomment P1334, P1338, P1342, P1346 et intègrent le niveau d'eau le jour du levé. Les secteurs non levés à cause de la végétation ligneuse ou de la Jussie sont représentés par des zones hachurées sur les profils en travers (Pièce B).

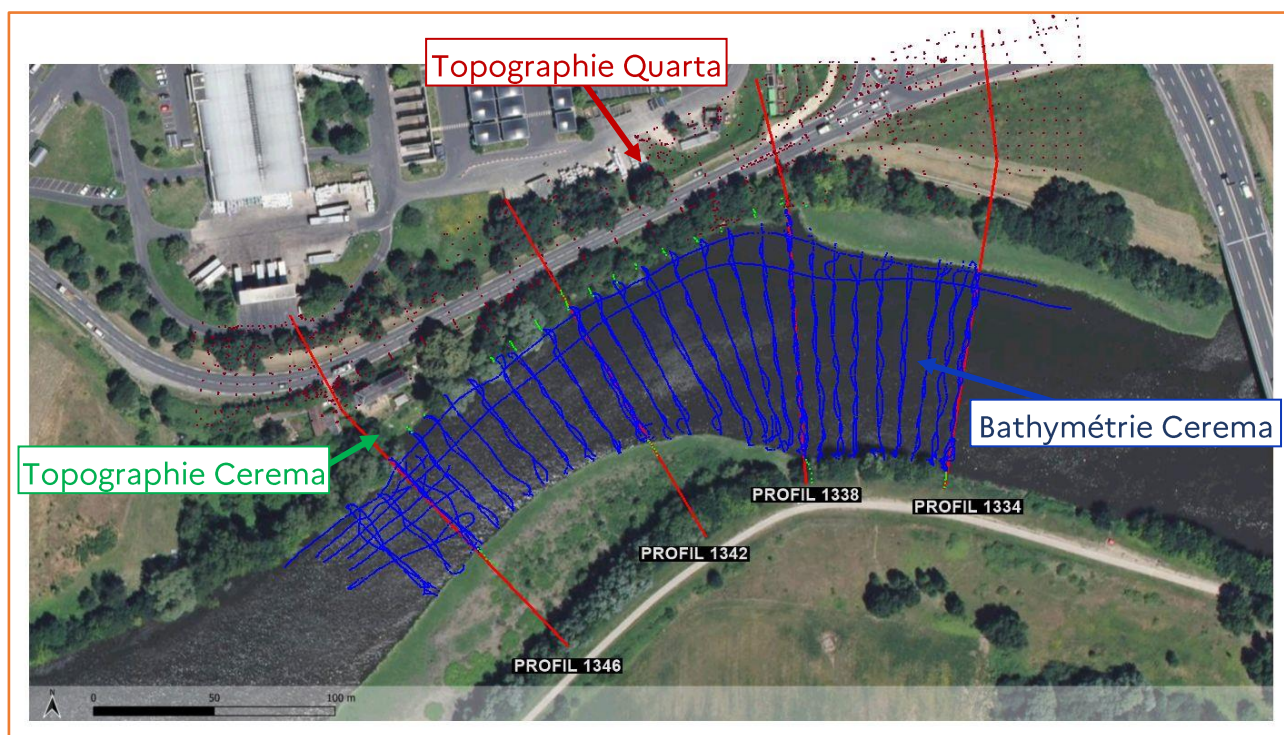


Illustration 4 – Localisation des mesures topo-bathymétriques, des profils théoriques et des points de topographie QUARTA.

(Sources : Cerema/NC-AB/GRISOM, IGN, DREAL-CVL)

1.3.2 Liste des pièces du dossier

Le dossier est constitué de deux pièces :

- Pièce A : la présente note technique à laquelle est annexée la carte de situation géographique au 1/15000^{ème} du secteur d'étude ;
- Pièce B : 4 profils en travers de la zone d'étude « secteur T7 ».

1.3.3 Liste des documents numériques

Les éléments suivants sont envoyés au format numérique au Bureau d'Etudes et Travaux Tours du Département Etudes et Travaux Loire du Service Eau, Biodiversité, Risques Naturels et Loire de la DREAL Centre-Val de Loire :

- 2 fichiers format PDF de la présente note technique et du plan de situation au 1/15000^{ème} annexé (Pièce A et Pièce A_Annexe1) ;
- 1 fichier format PDF des 4 profils en travers, P1334, P1338, P1342 et P1346, espacés de 100 m (Pièce B) ;
- 1 fichier format texte « Label X Y Z » contenant le listing des points projetés des 4 profils en travers espacés de 100 m ;
- 1 fichier format texte « X Y Z » contenant le listing des points du levé topo-bathymétrique ;
- 1 fichier dxf de l'étude.

2 CAMPAGNE DE MESURES

2.1 Méthodologie utilisée

Les mesures bathymétriques ont été effectuées à l'aide d'un échosondeur monofaisceau bi-fréquence piloté par le logiciel de navigation et d'acquisition de données HYPACK 2022 selon 27 profils en travers espacés d'environ 12,5 m. Pour assurer une densité de points suffisante pour décrire le lit du Cher, deux passages sont réalisés sur la majorité des profils. A ces profils en travers s'ajoutent 2 profils en long en rive droite dont un au plus près de la berge. Lors du levé, une fosse dans la partie aval du secteur a été observée et il a été décidé de densifier le semi de points dans ce secteur pour mieux décrire cette fosse. Ces points sont disponibles dans le fichier format texte « X Y Z » contenant le listing des points du levé topo-bathymétrique.

Le positionnement du bateau en mode cinématique temps réel (*RTK*) est assuré par un récepteur GNSS (Géolocalisation et Navigation par un Système de Satellites).

Le levé des points topographiques complémentaires a été réalisé avec une canne de topographie équipée d'un récepteur GNSS *RTK*.

Les mesures ont été réalisées le 3 mars 2022 par MM. Antoine BOIVIN, Francis GARNIER et Jean-Pierre JACQUES.

Le traitement des données a été effectué par M. Francis GARNIER à l'aide de la suite logiciels HYPACK 2021 et du logiciel TopStation 2021. Ces opérations ont permis de produire les livrables demandés.

2.2 Unités et qualité des mesures

2.2.1 Unités

Les systèmes de référence des coordonnées géographiques et de nivellements utilisés dans ce rapport sont le système géodésique RGF93 et sa projection associée Lambert 93 pour la planimétrie et le système NGF-IGN69 dans le système géodésique RGF93 pour l'altimétrie, calculé à partir de la grille de conversion entre l'ellipsoïde et le géoïde RAF20 pour les mesures GNSS.

Les données planimétriques et altimétriques citées dans ce rapport sont exprimées en mètre (m).

2.2.2 Qualité du système de positionnement

Le positionnement des mesures est assuré par le système de Géolocalisation et Navigation par un Système de Satellites (GNSS) provenant des constellations de satellites GPS (constellation de satellites américains) et GLONASS (constellation de satellites russes). Le système GNSS est connecté au réseau de stations d'observations Orphéon permettant la réception et l'intégration de corrections en temps réel (RTK) assurant un positionnement centimétrique des mesures.

La qualité du système de positionnement utilisée dans cette étude a été validée par comparaison de nos mesures avec des repères de nivellement IGN situés à proximité de la zone d'étude.

2.2.3 Incertitudes des mesures bathymétriques

Les incertitudes de mesure pour l'intervalle de profondeur du secteur d'étude, fonction de la hauteur d'eau au moment du levé, sont données dans le tableau (Tableau 1).

Tableau 1 : Incertitudes de positionnement planimétrique et altimétrique des sondes.

Paramètres	Incertitude minimum	Incertitude maximum
Positionnement planimétrique	0,02 m	0,37 m
Positionnement altimétrique	0,04 m	0,04 m

NB : Le détail des calculs des incertitudes est décrit en annexe de ce document (ANNEXE 2 - Incertitudes des mesures).

2.3 Description des équipements

2.3.1 Moyens nautiques

Le levé bathymétrique a été effectué avec une embarcation SILLINGER 380 UM de type pneumatique (Illustration 5, ANNEXE 3).

L'embarcation est équipée, de la chaîne d'acquisition monofaisceau comprenant l'échosondeur et son transducteur (Illustration 5B) monté sur le bas de la perche, dans l'axe de l'antenne GNSS située en haut de la perche (Illustration 5A).



Illustration 5 – A) Embarcation équipée de la chaîne d'acquisition ; B) instrument de mesure.
(Source : Cerema/NC-AB/GRISOM)

2.3.2 Système de positionnement

Le récepteur GNSS *RTK* Trimble R6 (ANNEXE 3) permet d'assurer le positionnement des mesures bathymétriques monofaisceau lorsque la réception des signaux des satellites est de bonne qualité.

Les mesures de topographie complémentaires sont assurées par le récepteur GNSS *RTK* Trimble R6 monté sur une canne de topographe et piloté par un carnet de terrain Trimble TSC3.

2.3.3 Système d'acquisition hydrographique

Les mesures bathymétriques ont été réalisées avec un échosondeur monofaisceau bi-fréquence ODOM Echotrack CV100 (ANNEXE 3) dont les deux fréquences d'émission sont de 33 kHz et 200 kHz.

Les mesures de l'écho acoustique du sondeur, combinées au déplacement de l'embarcation, engendrent un profil de profondeur (Illustration 6) avec un grand nombre de points de mesures, permettant d'obtenir une morphologie du fond à l'aplomb de la trajectoire de l'embarcation.

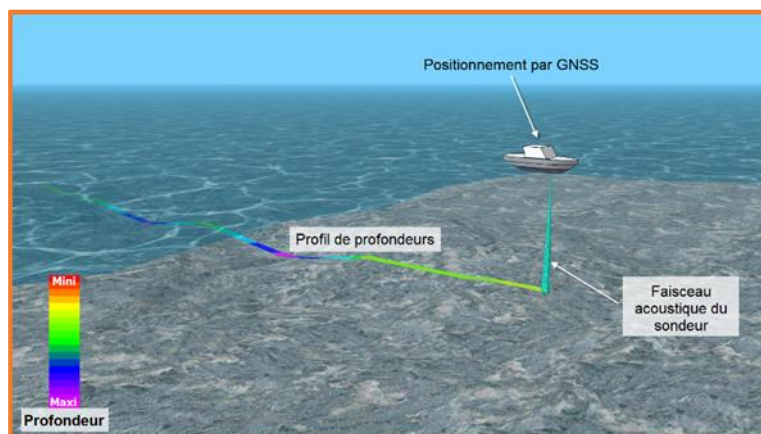


Illustration 6 – Schéma de principe de la mesure avec un échosondeur monofaisceau.
(Source : Cerema/NC-AB/GRISOM)

2.4 Conditions hydrauliques et contraintes du levé

2.4.1 Conditions hydrauliques

La station hydrométrique la plus proche du site d'étude est celle de Tours - Pont Saint-Sauveur (code station : K671091001) située à environ 2,2 km en amont du tronçon T7. Le débit journalier moyen du Cher mesuré à cette station le jour du levé était de $69,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (source : Hydroportail v3.1.2, dernière consultation 03/06/2022 [<https://www.hydro.eaufrance.fr/>]).

2.4.2 Contraintes du levé

La végétation, et plus spécialement la Jussie, a empêché de réaliser le levé sur toute la largeur du lit mineur. En effet, la présence de la Jussie empêche toute mesure bathymétrique, aucun moyen nautique ne pouvant naviguer avec un transducteur pour effectuer une mesure dans la végétation. Il n'est pas non plus possible de réaliser les mesures par topographie, la Jussie crée une épaisseur de vase importante dans laquelle la progression à pied est très difficile.

2.5 Levé bathymétrique

2.5.1 Profils en travers

Le traitement des données du levé bathymétrique du secteur T7 a permis d'obtenir un semis de points selon 27 profils en travers espacés d'environ 12,5 m et dont les points sont espacés au maximum de 1 m.

A partir du semis de points, 4 profils en travers espacés de 100 m ont été édités. La pièce B (1.3.2) détaille les 4 profils en travers qui ont été levés et sont complétés avec les données QUARTA.

Les 2 profils amont P1334 et P1338 représentent un lit relativement plan et symétrique. En revanche, les profils aval présentent un fond asymétrique avec une profondeur plus importante localisée en rive droite, côté digue.

2.5.2 Surface du fond du Cher

Un modèle numérique de terrain (MNT) a été réalisé par interpolation linéaire des mesures bathymétriques afin d'obtenir une représentation synthétique de la morphologie du lit du Cher sur le secteur levé (Illustration 7). Bien que les profils soient espacés, ce type de représentation permet de localiser les grandes unités morphologiques du lit tels que le thalweg ou les dépressions.

La cartographie révèle que les zones les plus basses se localisent en rive droite au pied de la digue avec une dépression identifiée dans la partie aval de la zone d'étude. Le point le plus bas mesuré a une altitude de 36,8 m ($X_{\text{Lambert93}} : 522492,78$; $Y_{\text{Lambert93}} : 6699747,2$).

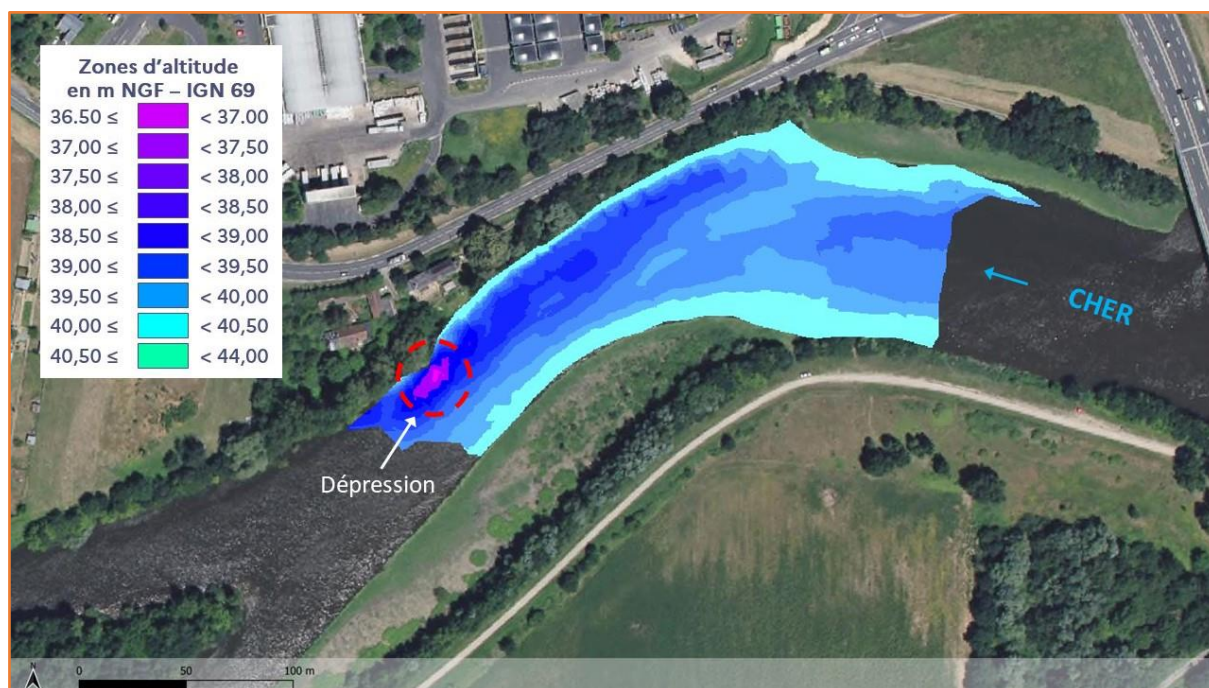


Illustration 7 – MNT issu de l'interpolation du levé bathymétrique 2022 du secteur T7.
(Sources : Cerema/NC-AB/GRISOM, IGN, DREAL-CVL)

LES ANNEXES

ANNEXE 1 Carte de situation

ANNEXE 2 Incertitudes des mesures

Chaîne d'acquisition du sondeur multifaisceaux

Les incertitudes des mesures issues des fiches techniques des capteurs, des appareils ou des systèmes de mesure sont données dans le tableau (

Tableau 1) suivant :

Tableau 1 - Incertitudes des capteurs

Paramètre	Incertitude
Positionnement planimétrique	0,02 m
Positionnement altimétrique	0,03 m
Cap	0,05°
Roulis	0,05°
Tangage	0,05°
Célérité de coque	0,02 m/s
Profil de célérité	0,15 m/s

Les incertitudes de positionnement des sondes en fonction de la profondeur sont calculées à partir des incertitudes des capteurs et des paramètres relatifs aux conditions d'utilisation sur le chantier. Elles sont calculées en tenant compte des incertitudes des mesures d'attitude, de la célérité, du positionnement planimétrique, de l'altitude, du pilonnement et des incertitudes horizontales et verticales des faisceaux du sondeur.

Un coefficient d'incertitude fixe et un coefficient pour le calcul de l'incertitude variable en fonction de la profondeur sont calculés pour le plan horizontal et le plan vertical suivant les préconisations du SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine). Ces coefficients permettent le calcul des incertitudes des mesures à partir des formules suivantes :

- Formule de l'incertitude horizontale

$$f_{\text{horizontale}} (P) = \sqrt{X^2 + (Y \times P)^2} \quad (1)$$

Avec :

X = Coefficient d'incertitude fixe
Y = Coefficient d'incertitude variable
P = Profondeur

- Formule de l'incertitude verticale

$$f_{\text{verticale}} (P) = \sqrt{A^2 + (B \times P)^2} \quad (2)$$

Avec :

A = Coefficient d'incertitude fixe
B = Coefficient d'incertitude variable
P = Profondeur

Les coefficients d'incertitude calculés, fixes et variables, sont donnés dans le tableau (Tableau 2) ci-dessous :

Tableau 2 - Coefficients pour le calcul des incertitudes

Paramètre	Coefficient incertitude fixe	Coefficient incertitude variable
Positionnement planimétrique	X = 0,02	Y = 9,12 %
Positionnement altimétrique	A = 0,04	B = 0,35 %

Les incertitudes de mesure calculées pour l'intervalle de profondeur mesuré sur site (0 à 4 m), sont données dans le tableau (Tableau 3) ci-dessous :

Tableau 3 - Incertitudes de positionnement planimétrique et altimétrique

Paramètre	Incertaince minimum	Incertaince maximum
Positionnement planimétrique	0,02 m	0,37 m
Positionnement altimétrique	0,04 m	0,04 m

ANNEXE 3 Matériel utilisé

Moyens nautiques de l'équipe SOM

Moyens nautiques	Description	Mis en œuvre	Positionnement	Photo	Moyen Utilisé
Sillinger 380UM	Embarcation pneumatique à faible tirant d'eau capable d'accueillir l'ensemble de la chaîne d'acquisition. Equipée d'un moteur de 20cv elle est idéale pour l'intervention sur des cours d'eau aux possibilités de manœuvre restreintes.	-Bathymétrie -Imagerie acoustique -Courantométrie	-GNSS -Optique		☒
Linder Arkip 460	Embarcation à coque aluminium capable d'accueillir l'ensemble de la chaîne d'acquisition. Equipée d'un moteur de 50cv, elle est utilisée pour l'intervention sur de large cours d'eau et pour des conditions de débits conséquentes.	-Bathymétrie -Imagerie acoustique -Courantométrie	-GNSS -Optique		☐
Drone Zboat 1800	Drone nautique télépiloté capable de réaliser des mesures bathymétriques et courantométriques à distance. Maniable et réactif, il est idéal pour l'acquisition de mesures en eaux peu profondes ou pour des zones dangereuses. Il est également déployé lors d'une absence de mise à l'eau adaptée aux embarcations.	-Bathymétrie monofaisceau -Courantométrie	-GNSS -Optique		☐
Oceanscience River Boat	Trimaran à coque polyéthylène. Il est dédié à l'utilisation de courantomètre ADCP. Il est déployé soit à couple d'une embarcation soit tracté à la main depuis un ouvrage. Il dispose d'un très faible tirant d'eau et réduit les perturbations hydrauliques au niveau du courantomètre.	-Courantométrie	-GNSS		☐

Systèmes de positionnement hydrographique et topographique de l'équipe SOM

Matériel	Mode de positionnement	Description	Mise en œuvre	Matériel associé	Photo	Moyen Utilisé
Trimble R6	GNSS	Système de positionnement par satellite (GPS + GLONASS) RTK (en temps réel) via le réseau Orphéon. Orphéon est un système de corrections GPS basé sur un réseau de stations terrestres de références réparties sur le territoire dont chaque position est connue avec précision. Il permet un positionnement centimétrique en temps réel.	-Topographie -Bathymétrie -Courantométrie	-Carnet de terrain Trimble TSC2/3		☒
Trimble R7	GNSS		-Bathymétrie -Courantométrie	-Carnet de terrain Trimble TSC2/3 -Antenne Zephyr 2		☐
Leica Viva GS14	GNSS		-Topographie -Bathymétrie	-Carnet de terrain Leica CS10		☐
Carte Trimble BD982	GNSS		-Bathymétrie multifaisceaux	-SplitBox SBG Systems Antenne Zephyr 2 x2		☐
Station totale Trimble S6	Optique	Le système de positionnement optique est utilisé lorsque le positionnement GNSS n'est pas disponible où, lorsque la précision du signal n'est pas assez élevée en raison de phénomènes de masques (e.g. ouvrage, végétation). Le système de positionnement GNSS est utilisé pour la mise en station de cet instrument.		-Carnet de terrain Trimble TSC2		☐
Station totale Trimble S5	Optique		-Topographie -Bathymétrie -Imagerie acoustique	-Carnet de terrain Trimble TSC3		☐
Centrale inertielle SBG Ekinox-U	Inertiel	La centrale inertielle intègre les mouvements du sondeur pour calculer son attitude (roulis, tangage, pilonnement et cap), sa vitesse linéaire et sa position en temps réel. Elle permet l'hybridation de la trajectoire de l'embarcation sous un ouvrage.	-Bathymétrie multifaisceaux	-SplitBox SBG Systems -Sondeur R2Sonic Sonic2020 -Célérimètre Valport mini SVS		☐

Systèmes d'acquisition hydrographique de l'équipe SOM

Matériel	Type de mesures	Description	Logiciel/matériel associé	Photo	Moyen Utilisé
Odom Echotrack MKIII	Bathymétrie monofaisceau	Le sondeur monofaisceau est un sondeur bathymétrique disposant d'un unique faisceau d'émission acoustique. Le signal acoustique est émis vers le nadir du sondeur par un transducteur à large ouverture et réfléchi par le fond. L'écho est reçu par le même transducteur.	-Logiciel de navigation et d'acquisition Hypack		☐
Odom Echotrack CV100	Bathymétrie monofaisceau	Connaissant la célérité du son dans l'eau, la mesure du temps de parcours permet de d'obtenir la profondeur minimale entre l'émetteur/récepteur et le fond.	-Positionnement optique ou GNSS		☒
R2Sonic 2020	Bathymétrie multifaisceaux	Le sondeur multifaisceaux est un sondeur bathymétrique disposant d'un grand nombre de faisceaux d'émission acoustique répartis le long d'une fauchée perpendiculaire à l'axe du navire. Cette fauchée d'émission permet une couverture surfacique de la zone à lever. Le grand nombre de points acquis permet ainsi d'obtenir la morphologie détaillée du fond. L'attitude du sondeur doit être connue en permanence avec précision et ces systèmes sont nécessairement couplés à une centrale inertielle.	-Logiciel de navigation et d'acquisition Hypack -Positionnement GNSS -Centrale inertielle (SBG Ekinox) -Célérimètre (Mini SVS)		☐
Sonar latéral C-Max2	Imagerie acoustique	Le sonar à balayage latéral réalise, à l'aide d'ondes acoustiques émises à haute fréquence, des images détaillées de la réflectivité des fonds et de la partie immergée de structures et d'ouvrages. Ces images sont obtenues en balayant un	-Logiciel de navigation et d'acquisition Hypack -Positionnement optique ou GNSS		☐

Sonar latéral Tritech StarFish		faisceau acoustique étroit, en incidence rasante sur le fond. Ce signal, enregistré latéralement à la direction d'avancée du sonar, constitue, ligne après ligne, une image acoustique du fond.			☐
Teledyne RiverRay ADCP	Courantométrie Jaugeage	Le courantomètre ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) est un appareil basé sur l'effet Doppler capable d'enregistrer un profil des vitesses et des directions du courant. Il comporte des transducteurs piézoélectriques qui transmettent et reçoivent les signaux acoustiques. Il permet d'étudier la structure des écoulements sur une section de rivière et de calculer des débits.	-Logiciel d'acquisition WinRiverII -Positionnement GNSS		☐
Moulinet hydromé- trique	Courantométrie	Courantomètre constitué d'une hélice que l'on place dans le courant, plus le courant est rapide plus celle-ci tourne vite. À chaque tour l'hélice produit une impulsion électrique, qui est transmise dans un câble, puis comptabilisée. Cet instrument permet la mesure précise de la vitesse instantanée d'un courant.	N/A		☐
CTD SONTEK CastAway	Mesure de célérité, etc.	Le célérimètre permet de mesurer la vitesse de propagation du son dans la colonne d'eau. Dans la chaîne d'acquisition multifaisceaux il mesure la célérité de surface à proximité du sondeur et utilise cette donnée pour la formation des faisceaux. Cette technique est indispensable à la bonne exploitation des mesures acoustiques.	N/A		☐
Valeport Mini SVS	Mesure de célérité		Intégré à la chaîne d'acquisition multifaisceaux		☐

ANNEXES

Digue du Cher dans le Val de Tours à La Riche (37)
Levé topo-bathymétrique du secteur T7 – Juin 2022

ANNEXE 4 Glossaire des sigles et abréviations

Cerema	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
GDH	Groupe Doppler Hydrométrie
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
RI	Risques Inondations
SOM	Surveillance des Ouvrages et des Milieux
SHF	Société Hydrotechnique de France
SHOM	Service Hydrographique et Océanographique de la Marine
aDcp	<i>acoustic Doppler current profiler</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	<i>Global Positioning System (Système Américain)</i>
GLONASS	<i>Global Navigation Satellite System (Système Russe)</i>
MNT	Modèle Numérique de Terrain
NGF	Nivellement Général de la France
PI	Passage Inférieur
RAF	Référence des Altitudes Françaises
RGF	Réseau Géodésique Français
RTK	<i>Real Time Kinematics</i>
SMF	Sondeur Multifaisceaux
SVP	<i>Sound Velocity Profiler</i>
SVS	<i>Sound Velocity Sensor</i>



Cerema

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Cerema Normandie-Centre – Agence de Blois – 11 rue Laplace 41000 BOIS – Tel : +33(0)2 54 55 49 00

Siège social : Cité des mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron Cedex - Tél : +33 (0)4 72 14 30 30

www.cerema.fr



@ceremacom



@Cerema