

RAPPORT

service Loire et bassin
Loire-Bretagne

département études et
travaux Loire

Novembre 2016

Plan Loire grandeur nature

Levées de Loire du val d'Authion

Projet global de fiabilisation

PLAN IV (2015 - 2020)



direction régionale de l'environnement,
de l'aménagement et du logement du Centre – Val de Loire

www.centre.developpement-durable.gouv.fr

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
V1	04/11/16	Version finale transmise aux DDT d'Indre-et-Loire et Maine-et-Loire

Étude dirigée par :
Sébastien PATOUILLARD

Rédacteurs
Lionel GUIVARCH, Bruno HAJDUKIEWICZ, Bastien BRIDOUX

Relecteurs
Nathalie MANCEAU, Yann PEPE

Tél. : 02 36 17 41 80 / Fax : 02 36 17 41 02

Courriel : detl.sblb.dreal-centre@developpement-durable.gouv.fr

Référence internet

www.centre.developpement-durable.gouv.fr

Agrément

Organisme agréé par arrêté du 7 avril 2011 pour la sécurité des ouvrages hydrauliques au titre des études, diagnostics et suivis de travaux en application de l'article R. 214-148 du code de l'environnement.

SOMMAIRE

RÉSUMÉ NON TECHNIQUE DU PROJET GLOBAL	5
1.CONTEXTE ET OBJET DU PROJET GLOBAL	7
2.CONNAISSANCE DU SYSTÈME D'ENDIGUEMENT ET DE SON ENVIRONNEMENT	8
2.1 – Populations exposées et mises en danger lors des crues	9
2.2 – Ouvrages pris en considération	11
3. HISTORIQUE DES AMÉNAGEMENTS RÉALISÉS SUR L'OUVRAGE	12
3.1 – Historique des aménagements dans l'Indre-et-Loire	12
3.2 – Historique des aménagements dans le Maine-et-Loire	13
3.3 – Historique des aménagements dans le Maine-et-Loire sur la levée de Belle Poule	15
4.DESCRPTION DU PROJET GLOBAL	16
4.1 – Fonctions à assurer	16
4.1.1 – Résistance à l'érosion interne	16
4.1.2 – Résistance à l'érosion externe en pied de levée	17
4.1.3 – Stabilité des ouvrages	18
4.1.4 – Accessibilité à l'ouvrage	19
4.1.5 – Gestion des surverses	20
4.2 – Indre-et-Loire – Opérations du Plan Loire IV	21
4.2.1 – Étanchéification de la digue à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice	22
4.2.2 – Épaississement de la digue et chemins de service à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice	25
4.2.3 – Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire Aval	29
4.2.4 – Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Saint-Patrice – Amont	31
4.2.5 – Étanchéification et Épaississement de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Tranche 1	33
4.2.6 – Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Tranche 2	36
4.2.7 – Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Chouzé-sur-Loire – Port Boulet	38
4.2.8 – Étanchéification et/ou Épaississement de la digue à Chouzé-sur-Loire	40
4.2.9 – Accessibilité à l'ouvrage, Acquisitions foncières et Topographie	45
4.2.10 – Reconnaissance des sols des renforcements des années 1980 – Suivi bathymétrique des sites de pieds de digue sensibles	48
4.3 – Maine-et-Loire – Opérations du Plan Loire IV	50
4.3.1 – Étanchéification de la digue à Varennes-sur-Loire – Tranche 1	51
4.3.2 – Épaississement de la digue à Varennes-sur-Loire – Tranche 2	54
4.3.3 – Épaississement de la digue à Saint-Martin-de-la-Place	57
4.3.4 – Étanchéification de la digue Les-Rosiers-sur-Loire	59
4.3.5 – Étanchéification et Épaississement de la digue La Bohalle – La Daguinière	61

4.3.6 – Accessibilité à l'ouvrage – Saumur – Saint-Martin-de-la-Place	65
4.3.7 – Acquisitions foncières – Déboisement – Création de chemins de service côté Loire	67
4.3.8 – Connaissance des phénomènes d'érosion interne liés aux rideaux de palplanches – connaissance de l'hydrologie de la Loire et de ses affluents	69
4.4 – Indre-et-Loire – Maine-et-Loire – Gestion des surverses	71
5.ACTUALISATION DE L'ÉTUDE DE DANGERS	72
5.1 – Actions prévues dans l'étude de dangers et traitées dans le cadre du projet global	72
5.2 – Chapitres de l'étude de dangers concernés par une actualisation suite à la mise en œuvre du programme de fiabilisation	72
5.3 – Actualisation du chapitre 8 de l'étude de dangers	74
6.ENJEUX ET INSTRUCTIONS RÉGLEMENTAIRES	77
6.1 – Généralités	77
6.2 – Environnement – sécurité des ouvrages hydrauliques	77
6.2.1 – Loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA)	77
6.2.2 – Étude d'impact	78
6.2.3 – Incidences Natura 2000	78
6.2.4 – Arrêté de protection de biotope	79
6.2.5 – Réserve naturelle	80
6.2.6 – Espèces protégées	80
6.2.7 – Autres zonages à prendre en compte	80
6.2.8 – Paysage : Sites classés et inscrits	81
6.3 – Patrimoine	83
6.3.1 – Monuments historiques	83
6.3.2 – ZPPAUP – ZPS	85

Résumé non technique du projet global

Les levées de Loire du Val d'Authion forment un système de protection contre les inondations de la Loire avec une ligne de défense principale d'environ 80 km. Le système de protection du Val d'Authion représente un enjeu majeur avec une population résidente ou salariée d'environ 78 000 personnes derrière les digues.

L'étude de dangers des levées de Loire du Val d'Authion de février 2014 [1] a montré que le niveau de sûreté des ouvrages (associé à la crue T70 pour les levées de Loire de l'amont et T50 pour la levée de Belle Poule) était bien inférieur au niveau de protection apparent (crue T170 pour l'amont, T100 pour l'aval et T70 pour la levée de Belle Poule). Ainsi, elle préconise d'engager sans attendre des travaux de restauration pour augmenter le niveau de sûreté. Le coût de cette restauration a été évalué à 94 M€ qui seraient à planifier sur au moins trois plans Loire, en fonction des financements disponibles. (à noter que sur cette période, la probabilité d'avoir une crue T70 est de 26%).

Le projet global de fiabilisation définit et hiérarchise les premières opérations qui pourraient être entreprises sur les digues domaniales entre 2015 et 2020 dans le cadre de ce programme de restauration. Il propose notamment des opérations de travaux et d'études pour des aménagements qui seraient réalisés dans cette période ou sur les plans Loire à suivre.

Indre-et-Loire

N°	Libellé des opérations	€ TTC
Opérations de travaux de renforcement et de fiabilisation des digues		
1	Étanchéification de la digue à Saint-Michel-sur-Loire – Saint Patrice	1 000 000
2	Épaississement de la digue et chemins de service à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice	1 500 000
3	Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire Aval	2 700 000
4	Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire Amont	5 500 000
5	Étanchéification et Épaississement de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Tranche 1	2 700 000
6	Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Tranche 2	2 000 000
7	Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Chouzé-sur-Loire – Port Boulet	1 000 000
8	Étanchéification et/ou Épaississement de la digue à Chouzé-sur-Loire	3 900 000
Autres Opérations (études, acquisitions foncières, stratégie locale de gestion du risque)		1 000 000
Total		21 300 000

Maine-et-Loire

N°	Libellé des opérations	€ TTC
Opérations de travaux de renforcement et de fiabilisation des digues		
1	Étanchéification de la digue à Varennes-sur-Loire – Tranche 1	4 500 000
2	Épaississement de la digue à Varennes-sur-Loire – Tranche 2	2 000 000
3	Épaississement de la digue à Saint-martin-de-la-Place	1 300 000
4	Étanchéification de la digue Les-Rosiers-sur-Loire	3 900 000
5	Étanchéification et Épaississement de la digue La Bohalle – la Daguinière	2 100 000
6	Accessibilité à l'ouvrage – Saumur – Saint-Martin-de-la-Place	1 500 000
Autres Opérations (études, acquisitions foncières, stratégie locale de gestion du risque)		1 000 000
Total		16 300 000

À noter que ce projet ne concerne pas les travaux qui pourraient être engagés par l'Entente Authion sur la levée de Belle-Poule qui ferme le système d'endiguement à l'aval. Une analyse sur l'ensemble du système d'endiguement, y compris cet ouvrage non domanial, est également prévue dans le cadre du projet pour la mise en place d'un système de gestion des surverses (coût évalué à 1 000 000 €).

À l'échelle du système de protection, la réalisation des travaux de restauration proposés d'ici 2020, améliore localement les niveaux de sûreté tels qu'ils résultent de l'étude de dangers.

Le projet global précise enfin les procédures réglementaires nécessaires à la réalisation des opérations de travaux (Loi sur l'eau, contrôle des ouvrages hydrauliques, incidences Natura 2000...) constituant une base aux dossiers d'instruction.

1. Contexte et objet du projet global

La présente étude s'inscrit dans un contexte favorable de réflexion globale sur le système de protection du val d'Authion :

- L'étude de dangers des levées de Loire du Val d'Authion [1] a permis d'identifier des mesures de fiabilisation du système d'endiguement dont certaines pourraient être financées dans le cadre du Plan Loire IV ;
- Le Val d'Authion a été identifié comme Territoire à Risque Important (TRI) dans le cadre de la déclinaison de la Directive Inondation. Les réflexions sur le fonctionnement du système d'endiguement ont vocation à être intégrées dans la stratégie locale à élaborer, même si d'autres mesures que celles concernant les ouvrages de protection devront être abordées : réduction de la vulnérabilité, gestion de crise et culture du risque notamment ;
- La loi de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles a créé une compétence obligatoire de gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations (GEMAPI), dévolue au bloc communal, qui va probablement modifier les responsabilités pour la gestion des digues domaniales.

L'étude de dangers des levées de Loire du Val d'Authion [1] constitue la principale source pour la connaissance du système d'endiguement, de son fonctionnement et de son état. Elle identifie l'ensemble des mesures structurelles pour réduire la probabilité d'une défaillance brutale de l'ouvrage (brèche) en cas de crue. Le coût prévisionnel de ces mesures est évalué à 94 M€. Il dépasse les capacités de financement actuellement identifiées et conduit à étaler leur financement sur au moins trois Plans Loire.

Le projet global de fiabilisation présente les actions à réaliser dans le Plan Loire en cours sur la période 2015-2020. Il doit pouvoir répondre aux besoins suivants :

- compléter les préconisations, et notamment de l'étude de dangers [1] (en particulier les mesures structurelles à porter sur l'ouvrage) et des études antérieures (Avant-projet Maine-et-Loire [2], Diagnostic digues du val d'Authion dans l'Indre-et-Loire [3])
- préciser la chronologie des actions,
- constituer un document de référence pour l'instruction des différentes procédures réglementaires préalables à la réalisation des travaux (le cas échéant, le projet global sera complété par les études spécifiques prévues par les textes réglementaires),
- servir de base aux prestations de conception de maîtrise d'œuvre pour la réalisation des travaux qui seraient programmables entre 2015 et 2020,
- initier les études nécessaires à la réalisation des travaux qui seront traités dans les plans Loire ultérieurs.

Les opérations sont définies par des tranches fonctionnelles, géographiquement et techniquement cohérentes. Elles sont priorisées en fonction des enjeux à protéger, des gains pour diminuer le risque, du phasage des opérations et des capacités techniques et financières des acteurs.

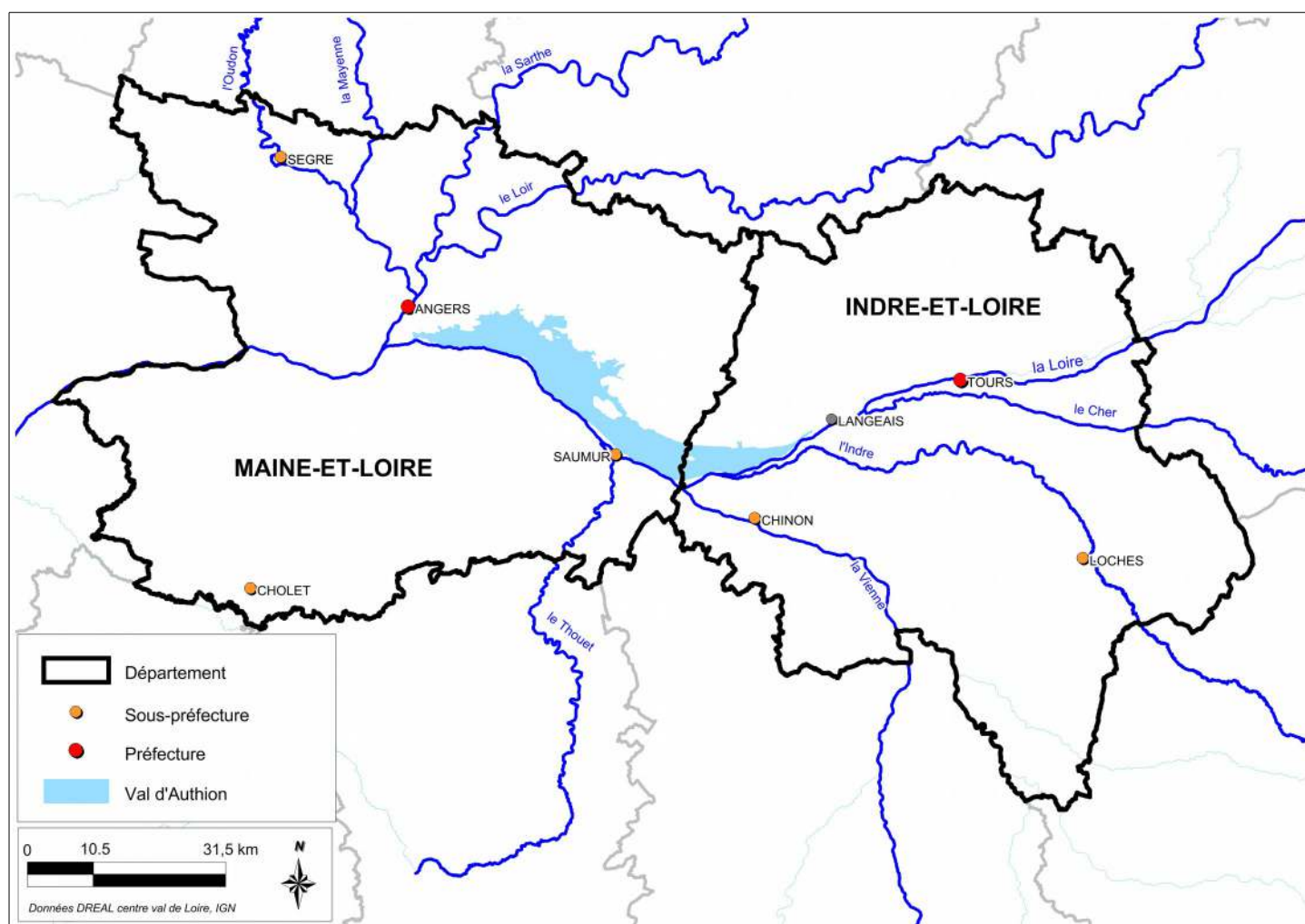
2. Connaissance du système d'endiguement et de son environnement

Entre Nevers et Angers, la Loire compte environ 600 km de digues ou levées qui protègent, en cas de crue, une quarantaine de zones appelés « vals ».

Parmi ceux-ci, le val d'Authion (du nom de la rivière qui le parcourt presque entièrement), situé en rive droite, s'étend de la commune de Langeais à l'Est, située dans le département d'Indre-et-Loire jusqu'à la commune des Ponts-de-Cé dans le département du Maine-et-Loire.

Le val d'Authion est fortement peuplé, on dénombre ainsi environ 62 000 habitants et environ 16 500 salariés au sein de ce val.

On note que le long du val d'Authion, le cours de la Loire est marqué par la confluence, en rive opposée, de quatre affluents importants : le Cher (9 km en amont du début du val), l'Indre (PK 16), la Vienne (PK 25) ainsi que le Thouet (à la hauteur de Saumur).



Le tableau suivant illustre l'influence des affluents précités sur le bassin hydrographique de la Loire.

Lieu	Superficie du bassin hydrographique de la Loire avant la confluence	Superficie du bassin hydrographique de l'affluent	Superficie du bassin hydrographique de la Loire Après la confluence
Confluence avec le Cher	42 800 km ²	13 680 km ²	56 480 km ²
Confluence avec l'Indre	56 480 km ²	3 462 km ²	59 942 km ²
Confluence avec la Vienne	59 942 km ²	21 105 km ²	81 047 km ²
Confluence avec le Thouet	81 047 km ²	3 396 km ²	84 443 km ²

On peut ainsi constater que le bassin hydrographique de la Loire est quasiment multiplié par deux dans le secteur du val d'Authion.

Il est également à noter que la confluence avec le Maine présentant un bassin hydrographique de 22 000 km² se situe à l'extrémité Ouest du val d'Authion.

Le système d'endiguement du val d'Authion est le plus grand en Loire moyenne et il ne dispose d'aucun système de gestion de la surverse.

Comme pour la plupart des systèmes d'endiguement de la Loire moyenne, les levées de Loire du Val d'Authion se composent sur tout leur linéaire « rural » d'un remblai sablo-argileux de forme trapézoïdale. La hauteur moyenne des levées est de plus de 4,60 m et la hauteur maximale de 7,40 m, pour une largeur en pied moyenne de 40 m. Ces dimensions sont le résultat d'élévations et d'élargissements successifs apportées aux levées au cours des siècles.

Les digues (ou levées) constituant le système d'endiguement du val d'Authion relèvent de la classe A au sens des articles R.214-112 à R.214-114 du code de l'environnement et ont fait l'objet d'un arrêté de classement interdépartemental du 24 juillet 2009.

En effet, le val d'Authion est séparé de la Loire par une ligne de défense contre les inondations de près de 80 km constituée principalement par des levées. Ces levées forment un système d'endiguement protégeant une population évaluée à 78 000 personnes.

2.1 – Populations exposées et mises en danger lors des crues

Les typologies de scénarios suivantes ont été étudiées dans l'étude de dangers [1] :

- le (ou les) plus probables,
- le plus pénalisant (qui provoquerait les dommages les plus importants),
- celui qui conduit à l'inondation la plus étendue de la zone protégée,
- le fonctionnement normal d'un déversoir,
- la surverse de la digue en son point le plus bas.

Ainsi, le tableau suivant récapitule les scénarios étudiés, la probabilité de rupture annuelle associée, la population exposée et la population mise en danger :

N° du scénario	Description du scénario	Probabilité de rupture annuelle	Population exposée	Population en danger
1	Brèche de juin 1856 à La-Chapelle-sur-Loire	0,92 %	38 000	4 200
1 bis	Brèche de juin 1856 à La-Chapelle-sur-Loire couplée à une rupture du remblai ferroviaire à La Bohalle	0,92 %	38 500	4 300
2	Ruptures de digues à Saint-Michel-sur-Loire et La Bohalle	0,92 %	37 000	4 200
3	Rupture de la levée de Belle Poule	0,77 %	27 000	4 600
4	Rupture de digue à Saint-Patrice	0,92 %	36 000	3 600
5	Ruptures de digues aux Rosiers-sur-Loire et à Saint-Patrice	0,92 %	42 000	5 900
6	Rupture de la digue voie ferrée à l'aval de Saumur couplée à une rupture de l'ancienne levée	/	30 500	2 000

Figure 2 : Description des scénarios accidentels et populations concernées

En outre, la zone inondable comprend de nombreux enjeux sensibles et de gestion de crise, ce sont ainsi 86 établissements scolaires, 19 établissements sociaux-médicaux et 2 hôpitaux qui sont concernés. En termes d'enjeux économiques, 30 Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) sont recensées ainsi que 158 élevages.

Les axes de transport sont également nombreux dans la zone inondable (A85 notamment...) et pour certains sont directement assis sur la ligne de défense principale (RD 952 et partie de la voie ferrée Paris – Tours sur 5,9 km).

2.2 – Ouvrages pris en considération

Les ouvrages pris en considération dans la présente étude sont ceux qui participent significativement à la protection des enjeux dans le Val d'Authion. Il s'agit des ouvrages qui ont été retenus dans l'étude de dangers [1] comme constituant la ligne de défense principale contre les inondations. Ils sont présentés dans le tableau ci-dessous avec leur niveau de sûreté :

Nom de la levée	Propriétaire	Gestionnaire	Linéaire concerné	Niveau de protection apparent (échelle de Langeais)	Niveau de sûreté (échelle de Langeais)
Levée du Val d'Authion – amont	État – Domaine Public Fluvial (DPF)	DDT 37	25,6 km ¹	Débit : 5 440 m ³ /s hauteur : 6,50 m crue : T170	Débit : 5 010 m ³ /s hauteur : 6,20 m crue : T70
Levée du val d'Authion – amont de Saumur	État - DPF	DDT 49	12,5 km	Débit : 5 440 m ³ /s hauteur : 6,50 m crue : T170	Débit : 5 010 m ³ /s hauteur : 6,20 m crue : T70
Levée du val d'Authion - « voie ferrée »	SNCF Réseau – Domaine Public Ferroviaire	SNCF Réseau	5,9 km	Débit : 5 440 m ³ /s hauteur : 6,50 m crue : T170	Débit : 5 010 m ³ /s hauteur : 6,20 m crue : T70
Levée du val d'Authion – aval de Saumur	État - DPF	DDT 49	25,85 km	Débit : 5 440 m ³ /s hauteur : 6,50 m crue : T170	Débit : 5 010 m ³ /s hauteur : 6,20 m crue : T70
Levée de val d'Authion – aval	État - DPF	DDT 49	4 km	Débit : 5 230 m ³ /s hauteur : 6,35 m crue : T100	Débit : 5 010 m ³ /s hauteur : 6,20 m crue : T70
Levée de Belle-Poule	Entente interdépartementale pour l'aménagement du bassin de l'Authion (entente Authion)	Entente Authion	6,2 km	Débit : 5 010 m ³ /s hauteur : 6,20 m crue : T70	Débit : 4 540 m ³ /s hauteur : 5,85 m crue : T50

Figure 3 : Propriétaires / gestionnaires et linéaires concernés de la levée de l'Authion

Remarque : la délimitation des ouvrages constituant la levée de l'Authion au sens de l'arrêté interdépartemental de classement du 24 juillet 2009 est différente pour les raisons suivantes :

- l'étude de dangers [1] fait débuter la levée de l'Authion, dans sa partie située dans le département d'Indre-et-Loire, sur la commune de Langeais et non sur la commune de Saint-Michel-sur-Loire comme spécifié dans l'arrêté,
- en ce qui concerne la levée de l'Authion située dans le département du Maine-et-Loire, l'étude de dangers [1] distingue le tronçon « voie ferrée », propriété de l'État, via SNCF Réseau et le tronçon « levée du val d'Authion – aval » qui présente un niveau de protection spécifique,
- les cinq premiers tronçons sont communément associés pour définir ce qui est souvent appelé La Grande Levée de l'Authion.

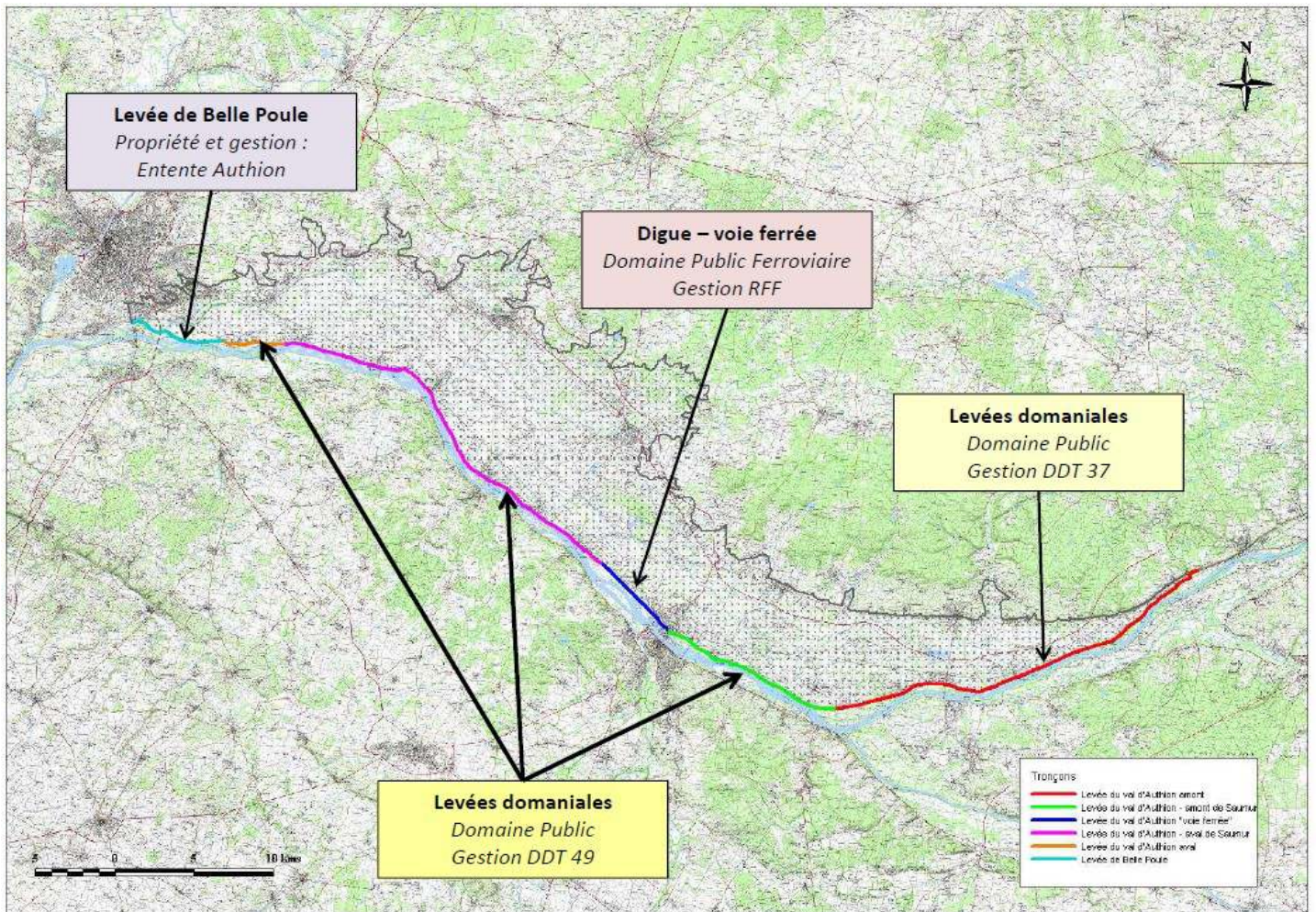


Figure 4 : Situation et propriété des levées du val d'Authion

3. Historique des aménagements réalisés sur l'ouvrage

Le tracé actuel des digues côté Loire remonte à l'avènement de Louis XI, au XVe siècle, vraisemblablement sur d'anciennes turcies.

Au cours de leur histoire, les digues de Loire moyenne ont fait l'objet de nombreux travaux de réparations et de renforcements.

Ce chapitre présente donc succinctement les dernières grandes campagnes de travaux réalisés par les gestionnaires.

3.1 – Historique des aménagements dans l'Indre-et-Loire

Les renforcements réalisés dans le département d'Indre-et-Loire ont été projetés à la fin des années 1970 puis réalisés par périodes entre 1980 et 1989. néanmoins ces travaux ont été interrompus à plusieurs reprises en raison d'interactions possibles avec le projet autoroutier de l'A85.

Dans une note technique datée de 1979, le service navigation de la DDE 37 détaille les objectifs de travaux de renforcement des 25 km de la levée du val d'Authion pour sa partie située en Indre-et-Loire. Les travaux projetés, basés sur le programme général de renforcement des levées de la Loire moyenne (programme Nedeco) [4] poursuivaient les objectifs suivants :

- L'établissement d'une continuité du niveau de défense (surverse) fixé à 1,10 m au-dessus des plus hautes eaux connues (PHEC, crue de 1856),
- Le renforcement de la « résistance » de la digue pour « assurer la stabilité de l'ouvrage » et « supprimer toutes résurgences des filets d'eau d'infiltration dans le talus côté val ».

Pour cela, le but était de respecter un rapport de 1 à 7 entre la hauteur de la digue et sa largeur en pied ainsi qu'une pente de 3 pour 1 des talus, ceci côté val.

La note décrit ainsi les travaux envisagés pour satisfaire ces objectifs :

- La surélévation des banquettes côté Loire et l'installation de bouchures avec poutrelles,
- L'épaississement de la digue côté Loire ou côté val (en privilégiant autant que possible le côté Loire) par des matériaux sablo-graveleux prélevés dans le lit mineur,
- La création de chemins de services sur les secteurs renforcés côté val (emprise de 6 m) et les secteurs côté Loire avec francs bords (emprise de 4,50 m),
- La protection du pied de digue (jusqu'à - 2 ou - 3 m des PHEC) par un cordon d'enrochement (0,50 m) sur les secteurs côté Loire sans francs bords, et par une couche d'argile (0,70 m) côté Loire avec francs bords,
- Le comblement des fosses et boires à proximité immédiate du pied de digue côté val.

A ce jour il apparaît, que sur les 25,5 km du val d'Authion, un linéaire de 17,15 km a fait l'objet d'un épaississement côté Loire (comprenant la rehausse éventuelle des banquettes) et un linéaire de 3,55 km a fait l'objet d'un épaississement côté val. Les matériaux employés pour les renforcements étaient des alluvions prélevées dans le lit mineur. Environ 2,10 km n'ont fait l'objet d'aucuns renforcements contemporains (ni épaississement, ni protection du talus ou du pied de digue).

Les 2,10 km non renforcés sont très souvent des petites zones (quelques centaines de mètres au maximum), où la présence d'habitations (ou d'aménagements spécifiques) a empêché le renforcement par épaississement de la digue.

3.2 – Historique des aménagements dans le Maine-et-Loire

Dans le département de Maine-et-Loire, la problématique d'érosion du pied de levée a fait l'objet de travaux dans le cadre des Plans Loire Grandeur Nature (PLGN) I et II. La totalité des pieds de levées en contact avec le lit vif de la Loire (soit un linéaire de 15 km) ont été traités entre 1998 et 2005.

Dans le cadre des PLGN II et III, une grande campagne d'études et travaux de renforcement visant au renforcement du corps de digue, à la stabilité des talus et à la résistance à l'érosion interne s'est déroulée à partir de 1996 (début des études) jusqu'en 2010.

Hormis la section commune avec le talus SNCF (non traité dans les études) et les secteurs de surlargeur notable (double digue aux Rosiers-sur-Loire et à Saint-Mathurin-sur-Loire), les études de diagnostic établissaient le besoin de renforcer la totalité du linéaire de digue.

L'avant-projet de ces travaux de renforcement a été élaboré par le bureau d'études ISL [2] et comportait notamment une hiérarchisation des secteurs à renforcer (priorités de 1 à 11 basées sur l'estimation de l'aléa de rupture).

Les opérations prioritaires 1 à 7 ont été inscrites au plan Loire III. Les travaux de renforcements proposés ont été réalisés pour toutes les opérations relevant des priorités 1 à 5 et quelques opérations relevant de la priorité 6.

Ainsi, les travaux suivants ont été réalisés :

- Des épaissements côté val avec drain filtrant réalisés entre 2007 et 2012 sur un linéaire total de 11 500 m,
- Des écrans étanches par mise en place de palplanches entre 2006 et 2010 sur un linéaire total de 11 150 m. Ces travaux ont été mis en œuvre dans les secteurs où les élargissements étaient impossibles du fait de la présence de bâtiments encastrés ou à proximité immédiate de la levée,
- Lorsque les caractéristiques du site rendait la mise en œuvre des deux techniques décrites ci-dessus impossible, des aménagements spécifiques avec des murs de soutènement et des filtres drainants ont été mis en œuvre. Ces aménagements dénommés « cas particuliers » ont été réalisés de 2009 à 2011 sur 10 secteurs.

Certains travaux du programme établi en 2005 par le bureau d'études ISL [2] n'ont pas été réalisés :

- pour les priorités 1 à 7
 - Des épaissements sur un linéaire de 9 550 m,
 - Des écrans étanches sur un linéaire de 8 980 m.
- pour les priorités 8 à 11
 - Écrans étanches par mise en place de palplanches (sans contraintes et coupant les écoulements circulant dans les graves routières) sur un linéaire de 11 376 m,
 - Construction de mur de soutènement sur un linéaire de 204 m,
 - Confortement de mur sur un linéaire de 166 m,
 - Réalisation de talus cloués sur un linéaire de 47 m.

3.3 – Historique des aménagements dans le Maine-et-Loire sur la levée de Belle Poule

Les derniers travaux portant sur la structure de l'ouvrage ont été réalisés entre 1978 et 1979. ils consistaient en des travaux de renforcement du corps de digue côté Loire par un masque argileux protégé par un massif d'enrochement avec filtre graveleux et côté val par un remblai avec filtre drainant en partie basse.

4. Description du projet global

La fiabilisation du système de protection du val d'Authion contre les crues de la Loire implique la mise en œuvre de mesures structurelles, organisationnelles ou de gestion.

Ces mesures doivent permettre aux digues d'assurer les fonctions principales présentées dans le chapitre 4.1 :

- résistance à l'érosion interne (étanchéité)
- résistance à l'érosion externe
- stabilité
- gestion de surverse
- accessibilité

A partir des défauts relevés sur les digues pour assurer ces fonctions, un programme de restauration des systèmes d'endiguement, par département, à adapter en fonction des financements mobilisables est proposé dans les chapitres 4.2. et 4.3.

Ce programme est constitué d'opérations qui devraient permettre de remonter le niveau de sûreté des ouvrages de façon significative.

Le projet comprend également une étude pour améliorer le fonctionnement des systèmes d'endiguements en lien avec la stratégie locale de gestion du risque inondation (chapitre 4.4.)

4.1 – Fonctions à assurer

4.1.1 – Résistance à l'érosion interne

L'érosion interne est un phénomène lié à la qualité des matériaux constitutifs de la digue et peut prendre plusieurs formes, de l'érosion généralisée, ou suffusion, à l'érosion localisée (de contact, de conduit ou régressive).

L'érosion généralisée se produit lorsque la digue est saturée d'eau et lorsque les matériaux sont sensibles à l'érosion interne. L'érosion localisée se produit à partir d'une irrégularité dans la perméabilité du corps de la digue. Ce phénomène est généralement appelé renard hydraulique. Il est souvent lié à des facteurs aggravants extérieurs tels que :

- les terriers d'animaux fouisseurs ;
- les racines d'arbres ;
- les ouvrages traversants ou inclus tels que les canalisations ;
- les bâtiments ou structures encastrées ;
- la conjugaison de plusieurs de ces phénomènes.

L'érosion interne est un phénomène capable de provoquer, à lui seul, la rupture d'une digue. Il peut être néanmoins associé à d'autres modes de rupture, l'érosion interne restant souvent le mode final de la rupture. Le tassement dû à l'érosion interne peut provoquer une surverse suivi d'une érosion externe.

Sur la digue d'Authion, il a été identifié des secteurs, tant dans le département d'Indre-et-Loire que dans le département de Maine-et-Loire, qui présentent des risques d'érosion interne.

Libellé de l'opération
Indre-et-Loire – Étanchéification de la digue à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice
Indre-et-Loire – Étanchéification et épaissement et Renforcement de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Tranche 1
Indre-et-Loire – Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Tranche 2
Indre-et-Loire – Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Chouzé-sur-Loire – Port Boulet
Indre-et-Loire – Étanchéification et/ou épaissement de la digue Chouzé-sur-Loire
Maine-et-Loire – Étanchéification de la digue à Varennes-sur-Loire – Tranche 1
Maine-et-Loire – Étanchéification de la digue Les-Rosiers-sur-Loire
Maine-et-Loire – Étanchéification et épaissement de la digue La Bohalle – La Daguènière

4.1.2 – Résistance à l'érosion externe en pied de levée

L'érosion externe est un phénomène qui se produit quand un courant d'eau à l'extérieur de la digue est capable d'entraîner ses matériaux constitutifs ou ceux de sa fondation.

On rencontre 3 types principaux d'érosion externe :

- en contact avec le fleuve, la fondation peut être affouillée en pied de digue ;
- en crue, le talus côté cours d'eau peut être érodé par le courant ;
- en cas de surverse, le talus côté val peut être érodé par les écoulements.

À l'exception du cas des surverses où l'érosion externe est la cause directe de la rupture, l'érosion externe est rarement capable d'en produire une. Elle est, en revanche, initiatrice d'un glissement qui, associé à une érosion interne, provoque la rupture de la digue.

L'érosion externe au niveau des pieds de levée doit être traitée, car elle intervient quand le fleuve n'est pas en crue et peut donc endommager la levée à tout moment.

Pour le val d'Auhtion, dans le département d'Indre-et-Loire, certains pieds de digue, au contact direct du fleuve ou avec un franc bord très réduit sont fortement dégradés et nécessitent des renforcements. Par contre, dans le département de Maine-et-Loire, plusieurs secteurs ont été renforcés par enrochement et actuellement l'érosion externe en pied de levée est considérée comme traitée sur la totalité du linéaire dans le département de Maine-et-Loire.

Libellé de l'opération
Indre-et-Loire – Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire Aval
Indre-et-Loire – Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Saint-Patrice - Amont

4.1.3 – Stabilité des ouvrages

Lors d'une crue, un gradient hydraulique s'établit dans le corps de la levée. Les charges appliquées à l'ouvrage et les propriétés mécaniques des matériaux qui le constituent vont en être modifiées.

Ce phénomène peut être à l'origine de différents désordres sur la digue :

- déstabilisation de la fondation, qui peut se produire si celle-ci est très perméable et si elle est surmontée d'une couche imperméable.
- glissements côté val, qui vont favoriser l'érosion interne en diminuant le chemin hydraulique, et le risque de rupture à terme,
- glissement côté cours d'eau : à la décrue, ce phénomène concerne surtout les perrés trop étanches ou les talus constitués de matériaux argileux aux pentes raides.
- instabilité d'ensemble, dans le cas de digues avec des talus à pentes fortes, à piézométrie élevée et de matériaux de faible compacité.

Seul le risque de déstabilisation d'ensemble est susceptible de provoquer directement la rupture de la digue. Le risque d'instabilité des ouvrages alimente le risque d'érosion interne et est également directement influencé par celui-ci.

D'une manière générale l'étude de dangers du val d'Authion souligne que les levées du val d'Authion ne présentent pas de risque de déstabilisation d'ensemble, la largeur de leur base est suffisante par rapport à leur hauteur. Cependant, les talus des levées ont localement des pentes très fortes (parfois très proches de 1V/1H) et des hauteurs accrues par la présence en pied de digue côté val de « boires ». Les contraintes routières sont également, sur certains secteurs, très proches des talus favorisant leur déstabilisation. On recense ainsi de très nombreuses zones présentant des fissurations de la chaussée en arc de cercle, des affaissements de l'accotement ainsi que des basculements d'aménagements (murettes, candélabres, panneaux de signalisation...).

Libellé de l'opération
Indre-et-Loire – Épaississement de la digue et chemins de service à Saint-Michel-sur-Loire – Saint Patrice
Indre-et-Loire – Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire - Aval
Indre-et-Loire – Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Saint-Patrice – Amont
Indre-et-Loire – Étanchéification et Épaississement de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Tranche 1
Indre-et-Loire – Étanchéification et/ou Épaississement de la digue à Chouzé-sur-Loire
Maine-et-Loire – Épaississement de la digue à Varennes-sur-Loire – Tranche 2
Maine-et-Loire – Épaississement de la digue à Saint-Martin-de-la-Place
Maine-et-Loire – Étanchéification et Épaississement de la digue La Bohalle – La Daguinière

4.1.4 – Accessibilité à l'ouvrage

Les digues sont parcourues par des chemins sommitaux qui sont en général des routes ouvertes à la circulation et servent à l'entretien. En partie basse, il existe un certain linéaire de chemins de service pour l'entretien des pieds de digue. Ce linéaire n'étant que partiel, il ne permet pas un entretien mécanisé de l'ensemble de la levée.

Outre leur utilité dans le cadre de l'entretien des digues, ces chemins assurent également un rôle dans le cadre de la surveillance en crue, notamment les chemins en pied de levée côté val. Ils permettent l'approvisionnement en matériau, dans le cadre de réparations d'urgence en cas de brèches.

L'étude de dangers préconise donc de poursuivre l'aménagement de chemins de service.

Libellé de l'opération
Indre-et-Loire – Épaississement de la digue et chemins de service à Saint-Michel-sur-Loire – Saint Patrice
Indre-et-Loire – Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire - Aval
Indre-et-Loire – Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Saint-Patrice – Amont
Indre-et-Loire – Étanchéification et épaisseur de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Tranche 1
Indre-et-Loire – Étanchéification et/ou épaisseur de la digue à Chouzé-sur-Loire

Libellé de l'opération
Indre-et-Loire – Accessibilité à l'ouvrage – Acquisitions foncières et topographie – Opération d'études
Maine-et-Loire – Épaississement de la digue à Varennes-sur-Loire – Tranche 2
Maine-et-Loire – Épaississement de la digue à Saint-Martin-de-la-Place
Maine-et-Loire – Étanchéification et épaississement de la digue La Bohalle – La Daguinière
Maine-et-Loire – Accessibilité à l'ouvrage – Saumur – Saint-Martin-de-la-Place
Maine-et-Loire – Acquisitions foncières – Déboisement – Création de chemins de services côté Loire – Opération d'études

4.1.5 – Gestion des surverses

Lorsque le niveau d'eau dépasse la crête d'une digue, l'eau s'écoule sur le talus côté val, ce qui peut provoquer une érosion externe pouvant conduire à la brèche. La structure actuelle de la plupart des digues de Loire, dont celles du val d'Authion, conduit à considérer qu'en cas de surverse, le risque de rupture de la levée est quasi-certain. La comparaison des altitudes de lignes d'eau avec celles des crêtes de digues permet de définir le niveau de crue qui correspond aux premières surverses : c'est le niveau de protection apparent.

Dans l'hypothèse où les levées du val d'Authion seraient résistantes jusqu'à leur niveau de protection apparent, l'absence de système de gestion des surverses sur le système d'endiguement resterait un problème, car le point d'entrée de l'eau dans le val ne sera pas maîtrisé

Libellé de l'opération
Indre-et-Loire & Maine-et-Loire (opération transverse) Gestion des surverses

4.2 – Indre-et-Loire – Opérations du Plan Loire IV

Récapitulatif des opérations dans le département d'Indre-et-Loire

N° de l'opération	Dénomination des opérations	Localisation des opérations	Descriptif des actions	Linéaire de l'opération	Estimation des travaux
1	Étanchéification de la digue à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice	Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice	Écrans étanches – Traitement de canalisation traversante	445 m	1 000 000 €
2	Épaississement de la digue et chemins de services à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice	Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice	Renforcement de la digue côté val – Création de chemins de service côté val – Viabilisation des chemins de service existants côté Loire	7 600 m	1 500 000 €
3	Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Aval	La-Chapelle-sur-Loire	Massif d'enrochements + chemins de service Renforcement de talus de berge	2 440 m	2 700 000 €
4	Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Amont	La-Chapelle-sur-Loire – Saint-Patrice	Massif d'enrochements + chemins de service Renforcement de talus de berge	4 425 m	5 500 000 €
5	Étanchéification et Épaississement de la digue à La-Chapelle-sur-Loire Tranche 1	La-Chapelle-sur-Loire	Écrans étanches – Renforcement de la digue côté val	3 145 m	2 700 000 €
6	Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire Tranche 2	La-Chapelle-sur-Loire	Écrans étanches	1 500 m	2 000 000 €
7	Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Chouzé-sur-Loire Port Boulet	La-Chapelle-sur-Loire – Chouzé-sur-Loire	Écrans étanches	780 m	1 000 000 €
8	Étanchéification et/ou épaississement de la digue à Chouzé-sur-Loire	Chouzé-sur-Loire	Renforcement de la digue côté Loire – Écrans étanches – Renforcement de la digue côté val	4 920 m	3 900 000 €
Total opérations travaux					20 300 000 €
9	Accessibilité à l'ouvrage – Acquisitions foncières et Topographies	Ensemble du département d'Indre-et-Loire	Relevés topographiques – Détection des canalisations traversantes – Acquisitions foncières – Déboisement		500 000 €
10	Reconnaissance des sols des renforcements des années 1980 – Suivi bathymétrique des sites de pieds de digue sensibles	Ensemble du département d'Indre-et-Loire	Reconnaissance des sols des renforcements des années 1980 – Modélisation des écoulements hydrauliques Suivi bathymétrique des sites de pieds de digue sensibles		500 000 €
Total opérations études					1 000 000 €
Total opérations travaux et études – Indre-et-Loire					21 300 000 €

Figure 5 : Département Indre-et-Loire – Récapitulatif des opérations

4.2.1 – Étanchéification de la digue à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice

a) Plan de situation des travaux

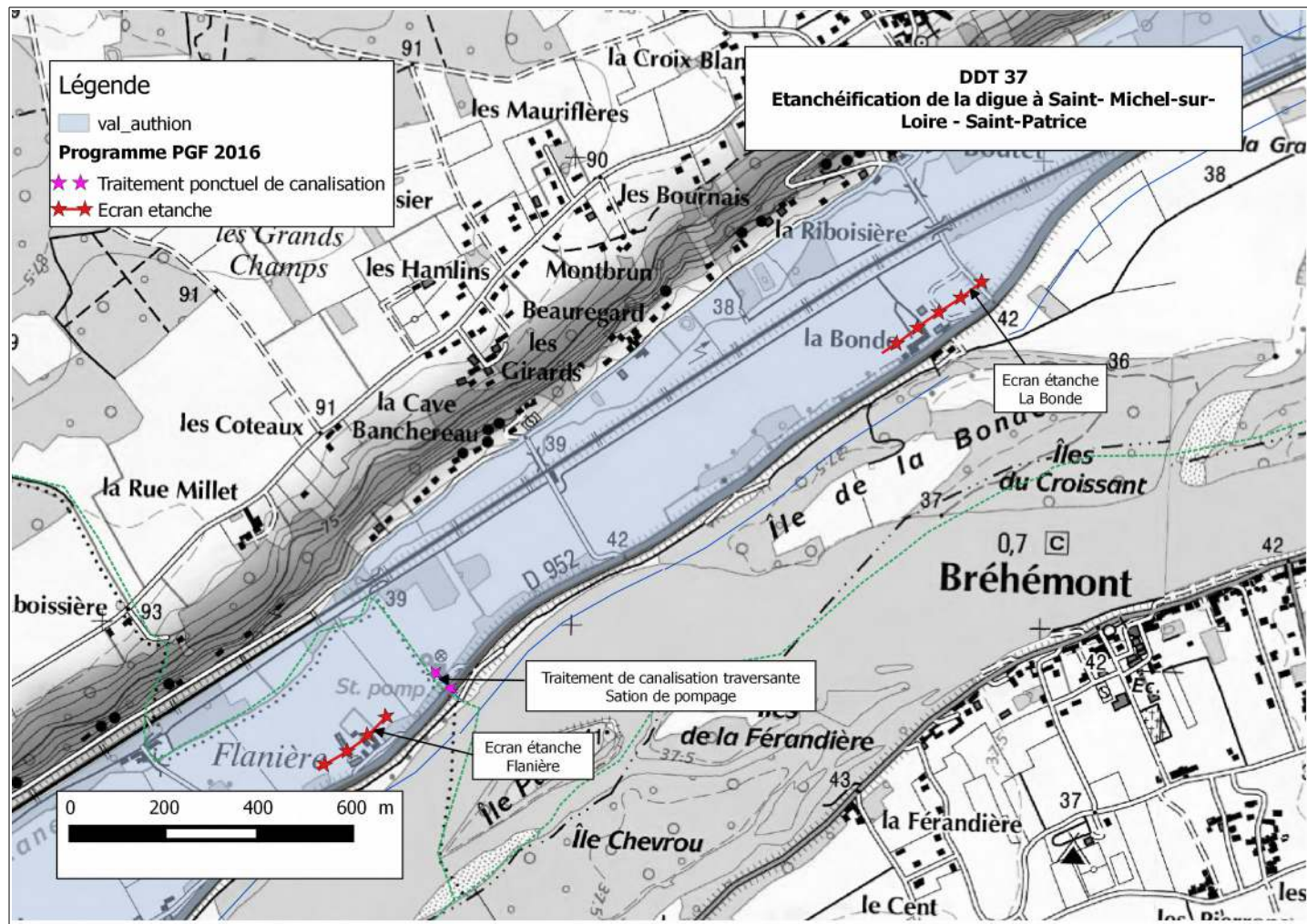


Figure 6 : Plan de situation : Étanchéification de la digue à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice

b) Estimation sommaire des travaux

Opération de priorité 1				
Localisation des actions	Priorité des actions	Descriptif des actions	Linéaire des actions	Estimation des actions
Saint-Michel-sur-Loire La Bonde	1	Écrans étanches	260 m	500 000 €
Saint-Michel-sur-Loire Station de pompage	1	Traitement de la canalisation traversante	Sans objet	200 000 €
Saint-Patrice Flanière	1	Écrans étanches	185 m	300 000 €
Total opération				1 000 000 €

Figure 7 : Estimation sommaire des travaux : Étanchéification de la digue à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice

c) Planning prévisionnel des travaux

Action	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Saint-Michel-sur-Loire Écran étanche à La Bonde																												
Saint-Michel-sur-Loire Traitement de la canalisation traversante de la station de pompage																												
Saint-Patrice Écran étanche à Flanière																												

Légende	Consultation maîtrise d'œuvre
	Études préliminaires des opérations de travaux (jusqu'à AVP)
	Préparation de marché (PRO, DCE, Analyse, Notification)
	Travaux écrans étanches (fiabilisation) – Traitement de canalisations

Figure 8 : Planning prévisionnel des travaux : Étanchéification de la digue à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice

d) Justification de l'opération

Écrans étanches à La Bonde à Saint-Michel-sur-Loire

Au niveau du lieu-dit « La Bonde », la digue présente une configuration d'étroitesse très défavorable vis-à-vis du risque d'érosion interne, en effet le talus coté Val est complètement végétalisé à l'amont du secteur et montre une très forte pente à l'aval en raison de la présence d'un bâtiment à proximité du pied de digue. Le côté Loire présente un bâtiment encastré, ainsi que sa rampe d'accès, limitant encore la largeur de la digue.

L'étude de dangers signale également la présence de canalisations induisant un risque de rupture non négligeable dès la crue Q70 sur plusieurs profils du secteur.

Traitement de canalisation isolée à Flanière à Saint-Michel-sur-Loire

En amont du lieu-dit « Flanière », une canalisation traversante relie une prise d'eau en Loire, à la station de pompage située dans les champs, coté Val.

L'étude de dangers signale l'importance des canalisations dans le risque de rupture par érosion interne. La canalisation favorise les écoulements de l'eau au travers de la digue par les matériaux granulaires servant de lit de pose ou utilisés en remblaiement de la tranchée éventuelle.

Les calculs indiquent un risque de rupture non négligeable dès la crue Q70 au droit de cette canalisation. La canalisation est recensée dans l'étude de dangers comme étant en position haute dans la digue. Les vérifications effectuées sur site démontrent que celle-ci est en fait positionnée au niveau de l'assise de la digue, cas plus défavorable puisqu'en charge dès les crues atteignant le pied de digue.

Écrans étanches à Flanière à Saint-Patrice

Au niveau du lieu-dit « Flanière » la digue présente une configuration défavorable vis-à-vis du risque d'érosion interne. La digue est rendue plus étroite, avec des talus très raides coté Val, en raison de la proximité de bâtiments aux pieds de digue et des accès à ces habitations.

Les calculs indiquent un risque de rupture non négligeable dès la Crue Q70 (ou Q100) sur plusieurs profils.

e) Description synthétique des travaux

Écrans étanches à La Bonde à Saint-Michel-sur-Loire

Il est envisagé la réalisation d'un écran étanche permettant d'empêcher les écoulements potentiels au travers de la digue limitant ainsi le risque d'érosion interne.

Le linéaire est estimé en première approche à 260 m, reprenant toute la zone de faiblesse en la reliant à des zones où la digue est plus large (renforcements par épaisissements coté Loire).

L'écran rendant quasi-nul le risque d'érosion interne, les travaux doivent permettre de remonter localement le niveau de sûreté de l'ouvrage au niveau de protection apparent de l'ouvrage.

Traitement de canalisation isolée à Flanière à Saint-Michel-sur-Loire

Dans un premier temps, il est mis l'accent sur le besoin de collecte de données sur la canalisation (cote altimétrique exacte, fréquence d'utilisation, diamètre, dates et conditions d'installation, plan de construction, rapport de chantier, etc.).

Les études d'avant-projet devront établir la solution de traitement la plus appropriée (injection des sols support, démontage, etc.).

On note également qu'un renforcement par écran étanche est préconisé au droit du lieu-dit « Flanière » 150 m en aval, la prolongation de cet écran jusqu'à la canalisation peut également être une solution de traitement éventuelle.

Écrans étanches à Flanière à Saint-Patrice

Il est envisagé la réalisation d'un écran étanche permettant d'empêcher les écoulements potentiels au travers de la digue limitant ainsi le risque d'érosion interne.

Le linéaire est estimé en première approche à 190 m, reprenant toute la zone d'étroitesse, et la reliant à des zones où la digue est plus large.

L'écran rendant quasi-nul le risque d'érosion interne, les travaux doivent permettre de remonter localement le niveau de sûreté au niveau de protection apparent. (compris entre Q70 et Q170).

4.2.2 – Épaississement de la digue et chemins de service à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice

a) Plan de situation des travaux

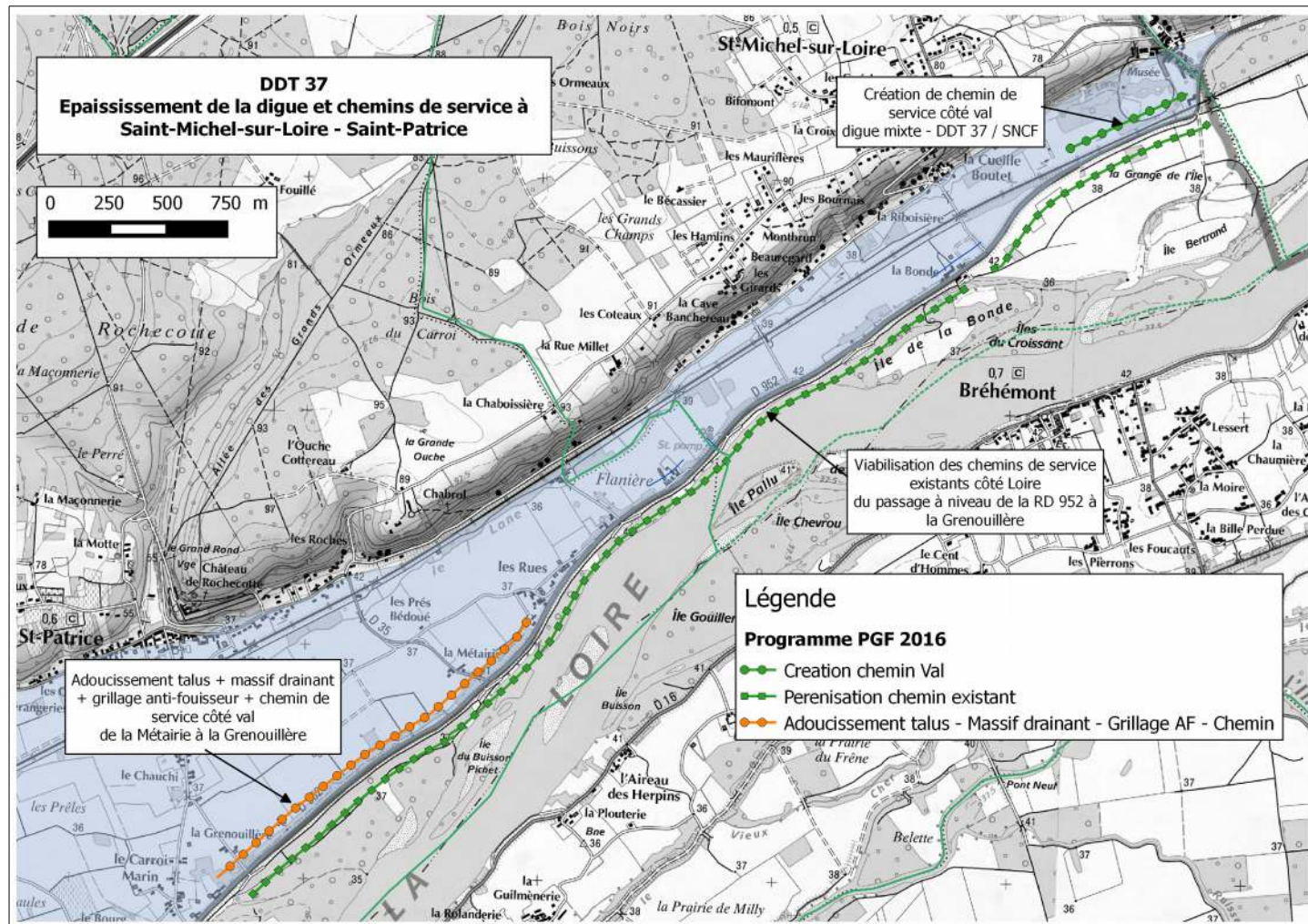


Figure 9 : Plan de situation : Épaississement de la digue et chemins de service à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice

b) Estimation sommaire des travaux

Opération de priorité 2				
Localisation des actions	Priorité des actions	Descriptif des actions	Linéaire des actions	Estimation des actions
Saint-Patrice de la Métairie à la Grenouillère	2	Adoucissement talus + massif drainant filtrant + grillage anti-fouisseur + création chemin de service côté Val	1 700 m	950 000 €
Saint-Michel-sur-Loire de Planchoury à la Bonde digue mixte DDT 37/SNCF	1	Création de chemin de service côté val	700 m	200 000 €
Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice - du passage à niveau de la RD 952 à la Grenouillère	1	Viabilisation des chemins de service existants côté Loire	5 200 m	350 000 €
Total opération				1 500 000 €

Figure 10 : Estimation sommaire des travaux : Épaississement de la digue et chemins de service de la digue à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice

c) Planning prévisionnel des travaux

Action	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Saint-Patrice de la Métairie à la Grenouillère Adoucissement talus + massif drainant + grillage anti-fouisseur + création chemin de service côté Val																	■	■	■	■	■	■			■	■		
Saint-Michel-sur-Loire de Planchoury à la Bonde digue mixte DDT 37/SNCF Création de chemin de service côté val																	■	■	■	■	■	■	■	■				
Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice, du passage à niveau de la RD 952 à la Grenouillère Viabilisation des chemins de service existants côté Loire																	■	■	■	■	■	■						

Légende	■	Consultation maîtrise d'œuvre
	■	Études préliminaires des opérations de travaux (jusqu'à AVP)
	■	Préparation de marché (PRO, DCE, Analyse, Notification)
	■	Travaux de renforcement des talus des digues

Figure 11 : Planning prévisionnel des travaux : Épaississement de la digue et chemins de service de la digue à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice

La création de chemin de service côté Val entre Planchoury et La Bonde ne fait pas l'objet du chronogramme compte-tenu du fait qu'il s'agit d'une digue mixte DDT 37- SNCF

d) Justification de l'opération

Renforcement de la digue côté val à Saint-Patrice entre La Métairie et La Grenouillère

Les travaux effectués dans les années 80 sur le val d'Authion, dans le département d'Indre-et-Loire, avaient pour objet le renforcement de la digue côté Loire.

La grande majorité du linéaire présente donc de nombreux éléments de faiblesse coté Val. Sur ces secteurs, le talus coté Val présente des indices d'instabilité (fissures de la chaussée en tête, pentes localement très fortes, affaissement des accotements, etc.).

Par ailleurs, la sensibilité à l'érosion interne est aussi notable en raison de la présence de végétation sur le talus, ou très proche de celui-ci.

Enfin, la digue ne dispose pas de chemins de service continus et praticables et le pied de digue est occupé par des boires en eau chaque hiver.

À l'instar des grands linéaires traités sur le val d'Authion, dans le département du Maine-et-Loire, durant le Plan Loire Grandeur Nature III (problématique identique), un traitement complet du talus côté val doit être entrepris sur ce secteur pour assurer la stabilité de l'ouvrage (maintien de l'intégrité), rétablir et garantir sa tenue en cas de crue (rehausse du niveau de sûreté) et permettre sa surveillance (accessibilité).

Création de chemins de service côté val à Saint-Michel-sur-Loire au niveau de la digue mixte DDT 37 / SNCF

Sur ce secteur le côté val de la digue est constitué du talus du remblai ferroviaire. Ce talus est complètement boisé et ne dispose pas d'accès.

Pour garantir la surveillance de l'ouvrage, une concertation avec la SNCF doit être entreprise afin que ce secteur puisse être rendu accessible aux services du gestionnaire.

Viabilisation des chemins de service côté Loire entre Planchoury et La Grenouillère à Saint-Michel-sur-Loire et Saint-Patrice

Les renforcements effectués côtés Loire dans les années 80 ont permis de réserver sur ces secteurs des emprises d'environ 4 à 5 m de large au pied des digues.

Ces chemins, fauchés une fois par an, ne présentent néanmoins pas de structures particulières et restent donc impraticables en période humide ou de végétation haute.

L'action vise à rendre ces chemins carrossables toute l'année, permettant l'accès et la surveillance de la digue.

e) Description synthétique des travaux

Renforcement de la digue côté val à Saint-Patrice entre La Métairie et La Grenouillère

Le renforcement doit comprendre la reprise complète du talus sur ce secteur. Il est envisagé le comblement des boires, l'adoucissement des pentes (porté à 1/3H), la pose d'un massif drainant filtrant et la pose d'un grillage anti-fouisseur.

Le maître d'ouvrage ne disposant pas nécessairement des emprises foncières nécessaires à ces renforcements, la réalisation de ces projets est assujettie à l'acquisition des terrains en pied de digue.

Création de chemins de service côté val à Saint-Michel-sur-Loire au niveau de la digue mixte DDT 37 / SNCF

En concertation avec la SNCF, le secteur doit être déboisé (abattage et dessouchage) et être doté d'un chemin de service pérenne.

Viabilisation des chemins de service côté Loire entre Planchoury et La Grenouillère à Saint-Michel-sur-Loire et Saint-Patrice

La solution envisagée est la réhabilitation des emprises existantes en chemins de service possédant une structure et une couche de roulement les rendant carrossables toute l'année.

Ces travaux comportent le décapage de la terre végétale sur l'emprise, la pose d'un géotextile anti-contaminant, la mise en œuvre d'une couche de calcaire grossier (type 80/150) sur 30 cm environ et la mise en œuvre d'une couche de roulement (GNT 0/20) en finition.

Le linéaire conséquent à traiter peut facilement être décomposé en plusieurs tronçons dans le cadre d'une programmation pluriannuelle.

4.2.3 – Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire Aval

a) Plan de situation des travaux

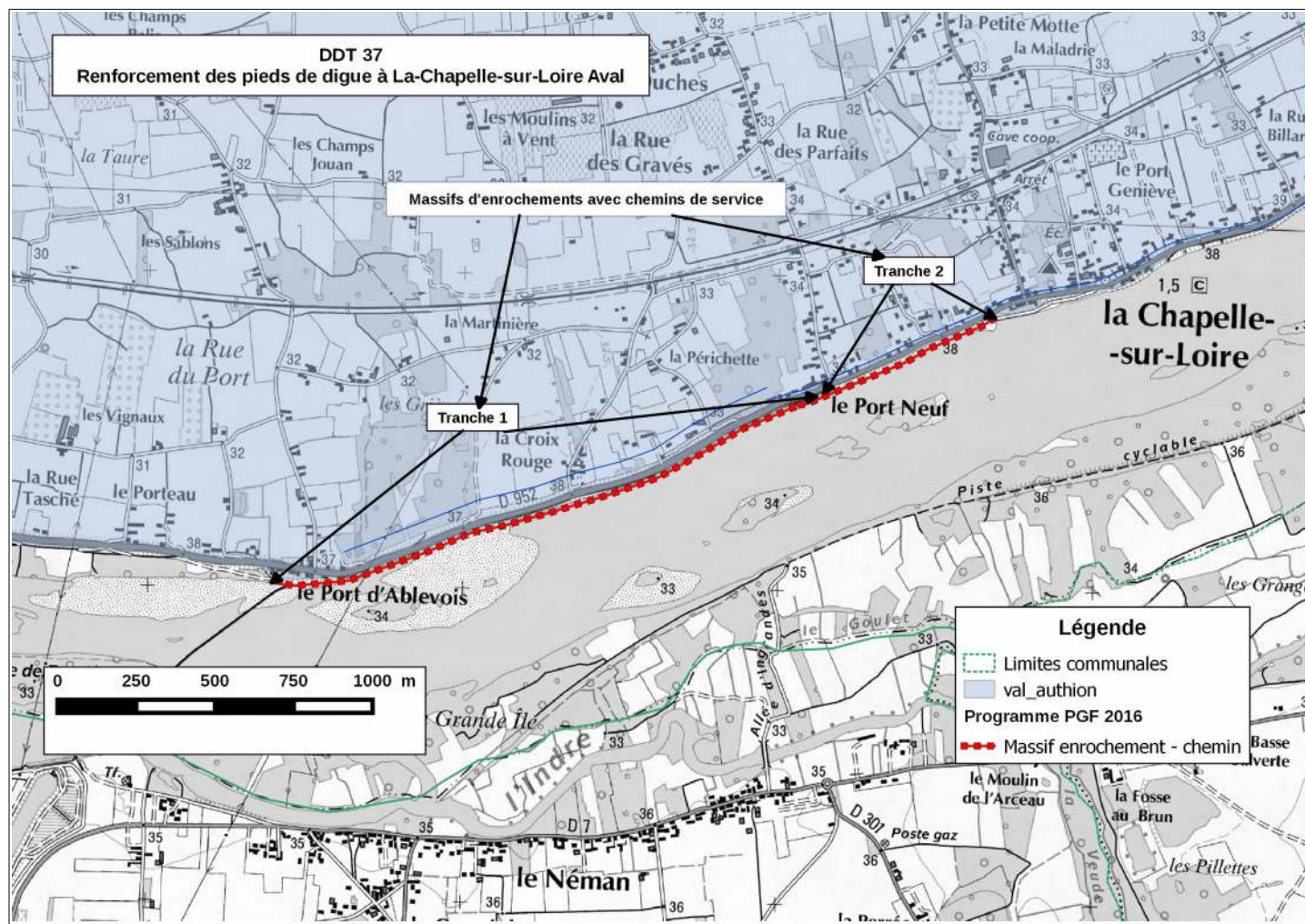


Figure 12 : Plan de situation : Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Aval

b) Estimation sommaire des travaux

Opération de priorité 1				
Localisation des actions	Priorité des actions	Descriptif des actions	Linéaire des actions	Estimation des actions
La-Chapelle-sur-Loire aval – du Port Neuf au Port d'Ablevois	1	Massif enrochement + chemin de service tranche 1	1 750 m	1 900 000 €
La-Chapelle-sur-Loire aval – le Port Neuf	1	Tranche 2	690 m	800 000 €
Total opération			2 700 000 €	

Figure 13 : Estimation sommaire des travaux : Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Aval

c) Planning prévisionnel des travaux

Action	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
La-Chapelle-sur-Loire – Aval Du Port Neuf au Port d'Ablevois Massif d'enrochement + chemin de service Tranche 1																												
La-Chapelle-sur-Loire – Aval Du Port Neuf au Port d'Ablevois Massif d'enrochement + chemin de service Tranche 2																												

Légende	Préparation de marché (PRO, DCE, Analyse, Notification)
	Travaux enrochement – Renforcement des pieds de digue

Figure 14 : Planning prévisionnel des travaux : Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Aval

d) Justification de l'opération

Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Aval

L'étude de dangers a démontré que les secteurs amont et aval du bourg de La-Chapelle-sur-Loire, (déjà identifiés et programmés durant le Plan Loire 2), comptent parmi les zones restant encore à traiter en ce qui concerne la protection du pied de digue.

Les calculs réalisés sur ces secteurs confirment ce besoin et identifient ces secteurs comme prioritaires pour le renforcement des pieds de digue, notamment en raison d'un contact direct du pied de digue avec le lit vif de la Loire.

L'étude de dangers démontre également la nécessité de disposer sur ces secteurs d'un chemin de service permettant l'entretien régulier du talus Coté Loire.

La DREAL Centre Val de Loire a réalisé des études d'avant-projet sur ces secteurs en 2015, proposant un renforcement par enrochement et décomposant ce renforcement en 4 tranches fonctionnelles de travaux (2 à l'amont et 2 à l'aval du bourg) à réaliser lors des périodes d'étiage.

Des travaux préparatoires de déboisements lourds ont déjà été réalisés à l'automne 2015 sur les tranches 1 et 2.

La phase projet dédiée à la tranche 1 a été menée au premier trimestre 2016, les travaux sont prévus, pour cette tranche en septembre 2016.

La tranche 2 est programmée sur 2017. Une mise à jour des inventaires environnementaux est prévue à l'issue de la tranche 2.

e) Description synthétique des travaux

Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Aval

Vu le contexte hydraulique et le besoin de chemins de service pour l'entretien du talus, il est proposé de réaliser un renforcement par mise en œuvre d'un massif en enrochement.

Ce massif est dimensionné avec un chemin de service établi à 0,5 m au-dessus de l'étiage le rendant accessible pour les opérations d'entretien durant une période d'environ 3 mois chaque année.

4.2.4 – Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Saint-Patrice – Amont

a) Plan de situation des travaux

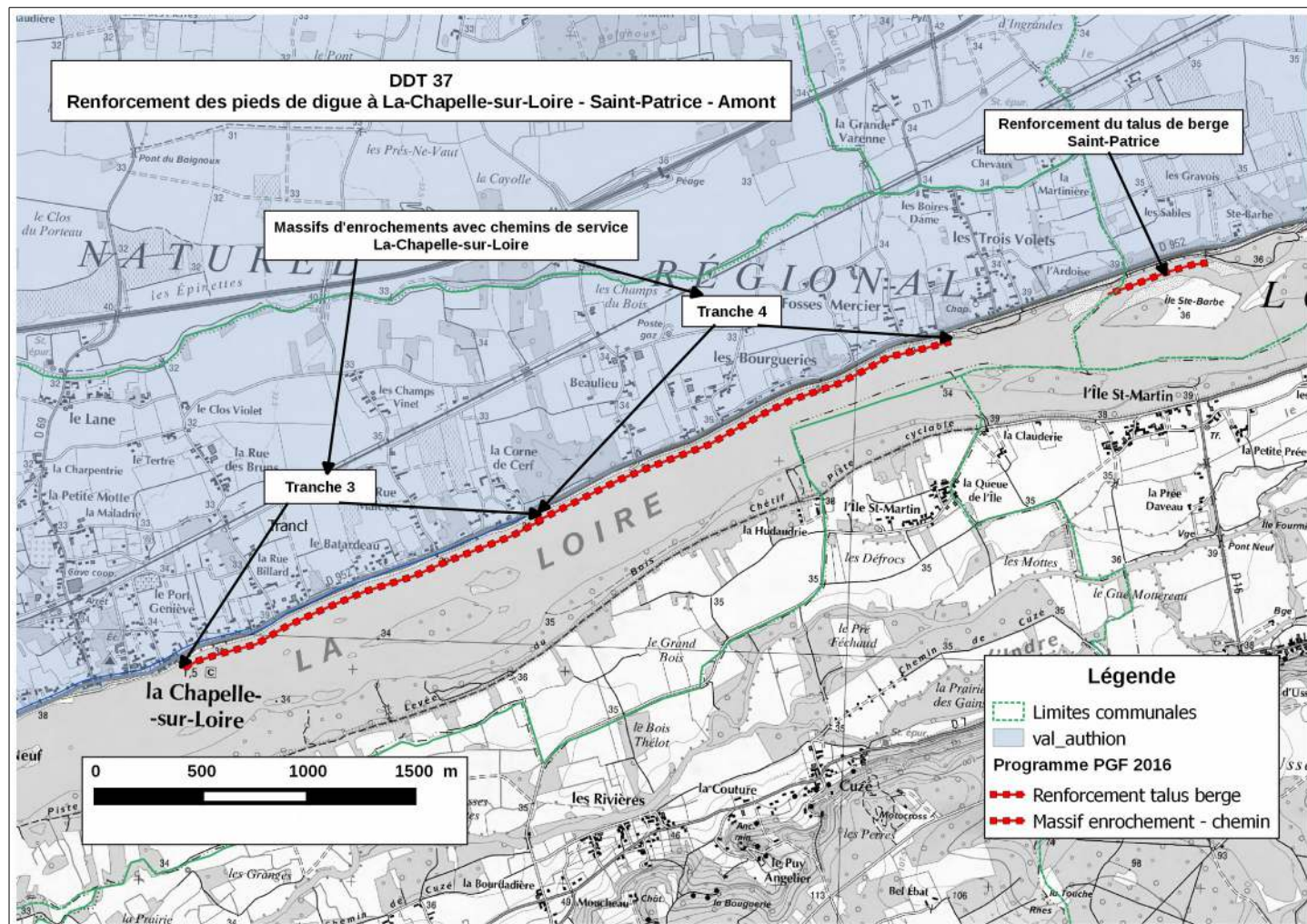


Figure 15 : Plan de situation : Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Saint-Patrice – Amont

b) Estimation sommaire des travaux

Opération de priorité 1				
Localisation des actions	Priorité des actions	Descriptif des actions	Linéaire des actions	Estimation des actions
La-Chapelle-sur-Loire amont – de la Corne de Cerf à Port Genièvre	1	Massif enrochement + chemin de service tranche 3	1 815 m	2 300 000 €
La-Chapelle-sur-Loire amont – des Fosses Mercier à la Corne de Cerf	1	Tranche 4	2 110 m	2 700 000 €
Saint-Patrice – Île Sainte-Barbe	1	Renforcement talus de berge	500 m	500 000 €
Total opération			5 500 000 €	

Figure 16 : Plan de situation : Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Saint-Patrice – Amont

c) Planning prévisionnel des travaux

Action	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022							
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4				
La-Chapelle-sur-Loire – Amont – de la Corne de Cerf à Port Genièvre – Massif d'enrochement + chemin de service Tranche 3																																
La-Chapelle-sur-Loire – Amont – des Fosses Mercier à la Corne de Cerf – Massif d'enrochement + chemin de service Tranche 3																																
Saint-Patrice – Île Sainte Barbe Renforcement de talus de berge																																

Légende	Consultation maîtrise d'œuvre
	Études préliminaires des opérations de travaux (jusqu'à AVP)
	Préparation de marché (PRO, DCE, Analyse, Notification)
	Travaux enrochement – Renforcement des pieds de digue

Figure 17 : Planning prévisionnel des travaux : Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Saint-Patrice – Amont

d) Justification de l'opération

Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Aval (tranches 3 et 4)

Voir opération « Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Aval »

Renforcement du talus de berge – Bras de l'île Sainte-Barbe à Saint-Patrice

Le diagnostic des digues du val d'Authion en Indre-et-Loire, met en évidence le besoin de renforcement du talus de berge, situé au droit le l'île Sainte-Barbe (en extradors de méandre).

Le franc bord y est par endroits très réduit et l'érosion du talus menace directement le chemin de service existant. Des renforcements de ce talus effectués au début des années 80 (cordon léger d'enrochement) sont actuellement complètement déstructurés par la végétation ligneuse qui n'a pas fait l'objet de campagnes de traitements.

Suite au Diagnostic, et pour permette des relevés topographiques satisfaisants, les arbres ont été coupés sur l'ensemble du secteur.

Il est par ailleurs signalé que le début du bras situé quelques centaines de mètres plus en amont à fait l'objet de réflexions sur la gestion de la végétation visant à y maintenir des écoulements. Cette partie est susceptible d'être incluse au programme d'actions de déboisement du lit mineur (2016 ou 2017).

e) Description synthétique des travaux

Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Amont (tranches 3 et 4)

Voir opération « Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Aval »

Renforcement du talus de berge – Bras de l'île Sainte-Barbe à Saint-Patrice

Au stade actuel, la technique de renforcement est encore à définir. La solution classique de renforcement par enrochement est envisageable mais le contexte du site (talus de berge, emprise disponible, bras à sec à l'étiage) peut être propice à un projet de renforcement par « techniques végétales ».

Pour pouvoir mener ces réflexions, des relevés topographiques complets de la zone (environ 700 m) doivent être réalisés rapidement (étiage 2016).

4.2.5 – Étanchéification et Épaississement de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Tranche 1

a) Plan de situation des travaux

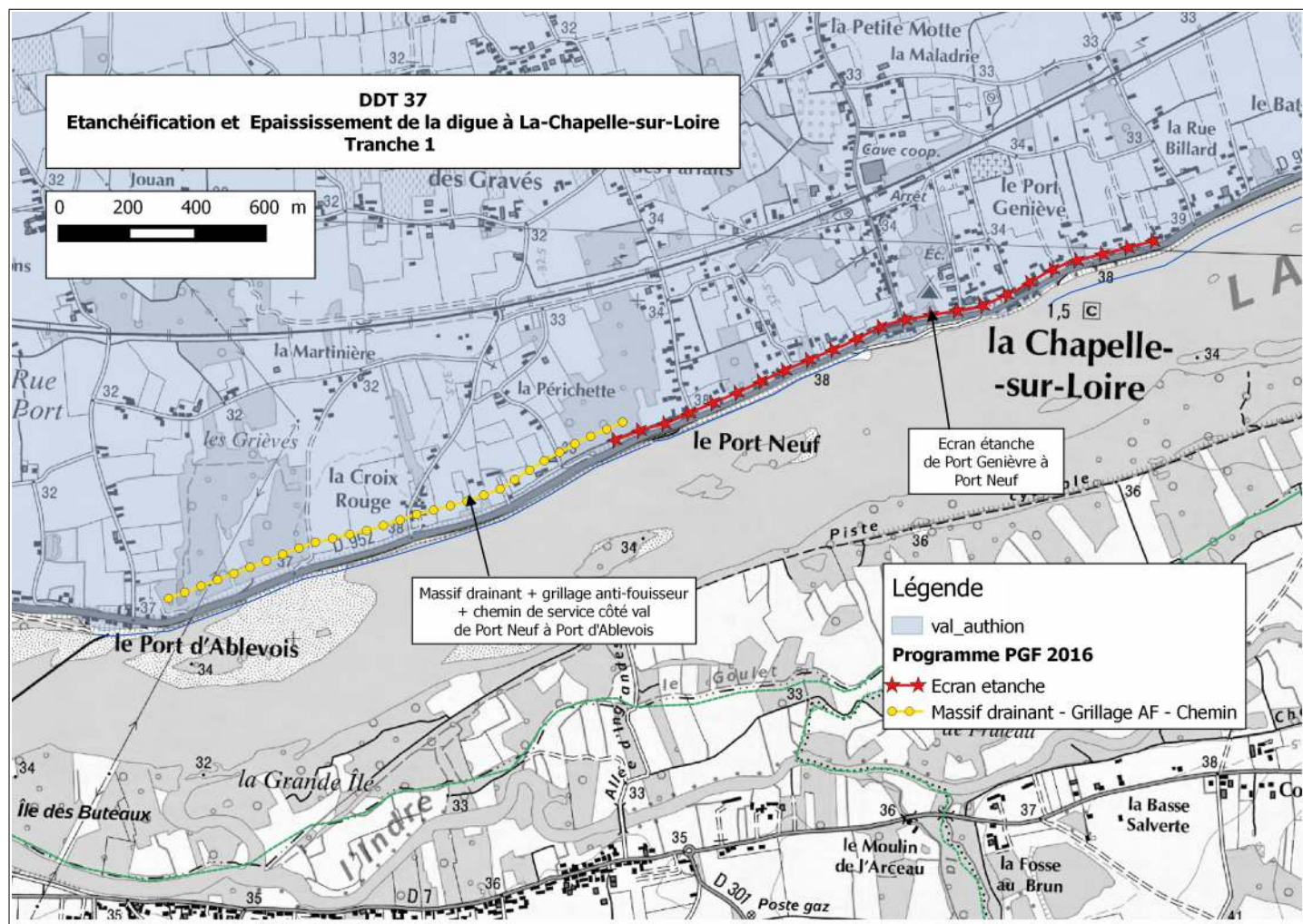


Figure 18 : Plan de situation : Étanchéification et Épaississement de la digue à La-Chapelle-sur-Loire Tranche 1

b) Estimation sommaire des travaux

Opération de priorité 1				
Localisation des actions	Priorité des actions	Descriptif des actions	Linéaire des actions	Estimation des actions
La-Chapelle-sur-Loire de Port Genièvre à Port Neuf	1	Écrans étanches	1 700 m	1 700 000 €
La-Chapelle-sur-Loire de Port Neuf à Port d'Ablevois	1	Massif drainant filtrant + grillage anti-fouisseur + chemin de service côté Val	1 445 m	1 000 000 €
Total opération			2 700 000 €	

Figure 19 : Estimation sommaire des travaux : Étanchéification et Épaississement de la digue à La-Chapelle-sur-Loire Tranche 1

c) Planning prévisionnel des travaux

Action	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022								
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4					
La-Chapelle-sur-Loire – de Port Genièvre à Port Neuf – Écrans étanches																																	
La-Chapelle-sur-Loire – de Port Neuf à Port d'Ablevois – Massif drainant filtrant + grillage anti-fouisseur + chemin de service côté Val																																	

Légende	Consultation maîtrise d'œuvre
	Études préliminaires des opérations de travaux (jusqu'à AVP)
	Préparation de marché (PRO, DCE, Analyse, Notification)
	Travaux écrans étanches (fiabilisation) – Traitement de canalisations
	Travaux de renforcement des talus des digues

Figure 20 : Planning prévisionnel des travaux : Étanchéification et Épaississement de la digue à La-Chapelle-sur-Loire Tranche 1

d) Justification de l'opération

Écrans étanches de Port Genièvre à Port Neuf à La-Chapelle-sur-Loire

Au niveau du centre de La-Chapelle-sur-Loire, la digue comporte de nombreux bâtiments encastrés (avec des caves éventuelles), des canalisations (réseau d'eau, d'électricité) ainsi que des murs de soutènement.

Le secteur est aussi le lieu de la brèche historique de la Chapelle, qui détruisit le bourg en 1856.

En raison de ces éléments, les calculs indiquent un risque de rupture non négligeable dès la crue Q70. Les profils se localisent au niveau du centre bourg de La-Chapelle-sur-Loire ainsi que sur une portion de digue aval, au lieu Port Neuf.

Renforcement de la digue côté val de Port Neuf à Port d'Ablevois à La-Chapelle-sur-Loire

Le côté Val de la digue situé entre le bourg de La-Chapelle-sur-Loire et Port d'Ablevois a fait l'objet de renforcement au début des années 80.

Ces renforcements ont épaissi la levée, adouci la pente du talus à environ 1/3H et réservé une emprise en pied comme chemin de service.

En revanche comme signalé dans l'étude de dangers, un massif drainant filtrant en pied de digue n'a pas été mis en place dans le cadre des travaux. Ce défaut entraîne, pour ce secteur, un risque d'érosion interne non négligeable.

Par ailleurs, le chemin de service, fauché une à 2 fois par an, ne possède pas de structure permettant son utilisation tout au long de l'année. Ceci constitue un élément entravant la surveillance de l'ouvrage par le gestionnaire.

e) Description synthétique des travaux

Écrans étanches de Port Genièvre à Port Neuf à La-Chapelle-sur-Loire

Il est envisagé la réalisation d'un écran étanche permettant d'empêcher les écoulements potentiels au travers de la digue limitant ainsi le risque d'érosion interne.

Le linéaire est estimé en première approche à 1 700 m, englobant les portions pointées par l'étude de dangers et les portions présentant les mêmes caractéristiques d'urbanisation.

L'emprise des travaux se situe sur la RD 952 qui constitue l'axe routier principal du centre-ville de La-Chapelle-sur-Loire. De plus ce secteur se caractérise par la présence des deux côtés de la digue de nombreux commerces et habitations.

L'écran rendant quasi nul le risque d'érosion interne, les travaux doivent permettre de remonter localement le niveau de sûreté de l'ouvrage au niveau de protection apparent.

Renforcement de la digue côté val de Port Neuf à Port d'Ablevois à La-Chapelle-sur-Loire

Le projet vise à doter le pied de digue d'un massif drainant filtrant participant à la lutte contre le risque d'érosion interne.

Les travaux à prévoir comportent le terrassement du pied de digue et l'installation du massif en matériaux granulaires grossiers (type gravillons). Le massif sera revêtu d'un géotextile et végétalisé pour faciliter son entretien futur.

L'emprise du chemin de service sera reprise avec une structure pérenne (couche de grave grossière revêtue d'une couche de roulement de calcaire 0/20).

Si les études préliminaires montrent la présence forte d'animaux fouisseurs, le projet pourra également comprendre la pose d'un grillage anti-fouisseur.

4.2.6 – Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Tranche 2

a) Plan de situation des travaux

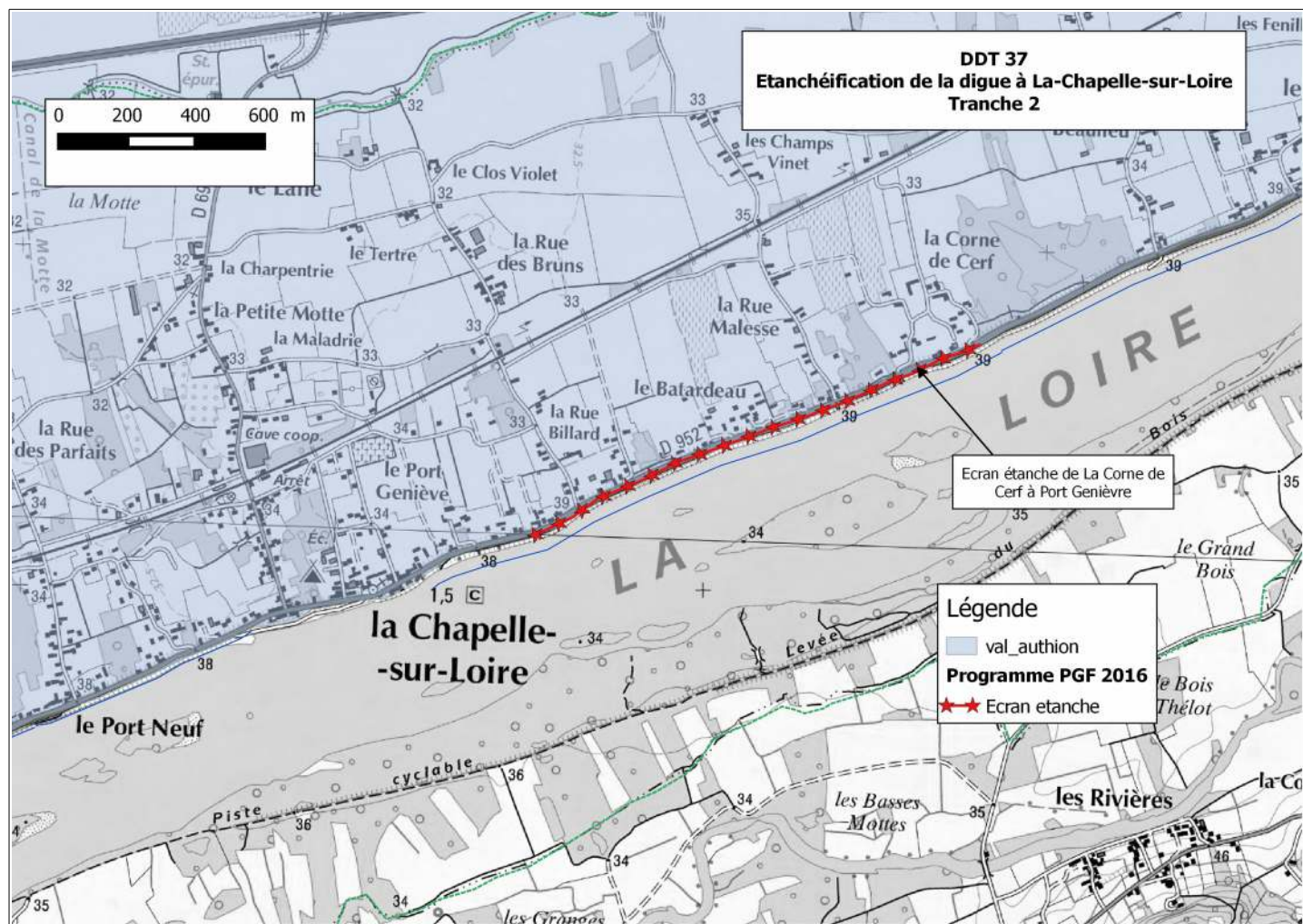


Figure 21 : Plan de situation : Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire Tranche 2

b) Estimation sommaire des travaux

Opération de priorité 2				
Localisation des actions	Priorité des actions	Descriptif des actions	Linéaire des actions	Estimation des actions
La-Chapelle-sur-Loire – de la Corne de Cerf à Port Genievre	2	Écrans étanches	1 500 m	2 000 000 €
Total opération			2 000 000 €	

Figure 22 : Estimation sommaire des travaux : Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire Tranche 2

c) Planning prévisionnel des travaux

Action	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022							
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4				
La-Chapelle-sur-Loire – de la Corne de Cerf à Port Genièvre – Écrans étanches																																

Légende	Consultation maîtrise d'œuvre
	Études préliminaires des opérations de travaux (jusqu'à AVP)
	Préparation de marché (PRO, DCE, Analyse, Notification)
	Travaux écrans étanches (fiabilisation) – Traitement de canalisations

Figure 23 : Planning prévisionnel des travaux : Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire Tranche 2

d) Justification de l'opération

Écrans étanches de La Corne de Cerf à Port Genièvre à La-Chapelle-sur-Loire

De La Corne de Cerf à Port Genièvre, la digue se caractérise par plusieurs éléments pouvant entraîner des fragilités de l'ouvrage tels des bâtiments en partie encastrés ou situés très près du corps de digue, la présence de nombreuses boires en eau une partie de l'année ainsi qu'un contact direct avec le lit vif du fleuve.

e) Description synthétique des travaux

Écrans étanches de La Corne de Cerf à Port Genièvre

Il est envisagé la réalisation d'un écran étanche permettant d'empêcher les écoulements potentiels au travers de la digue limitant ainsi le risque d'érosion interne.

Le linéaire est estimé en première approche à 1 500 m, englobant les portions pointées par l'étude de dangers et les portions présentant les mêmes caractéristiques d'urbanisation.

L'emprise des travaux se situe sur la RD 952 qui constitue un axe routier important. Ce secteur se caractérise par la présence côté val de nombreuses habitations ainsi que des boires historiques de grandes dimensions.

Après une étude portant notamment sur les cheminements hydrauliques entre les boires et le fleuve, celles-ci pourront être comblées dans le cadre des travaux.

L'écran rendant quasi nul le risque d'érosion interne, les travaux doivent permettre de remonter localement le niveau de sûreté de l'ouvrage au niveau de protection apparent.

4.2.7 – Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Chouzé-sur-Loire – Port Boulet

a) Plan de situation des travaux

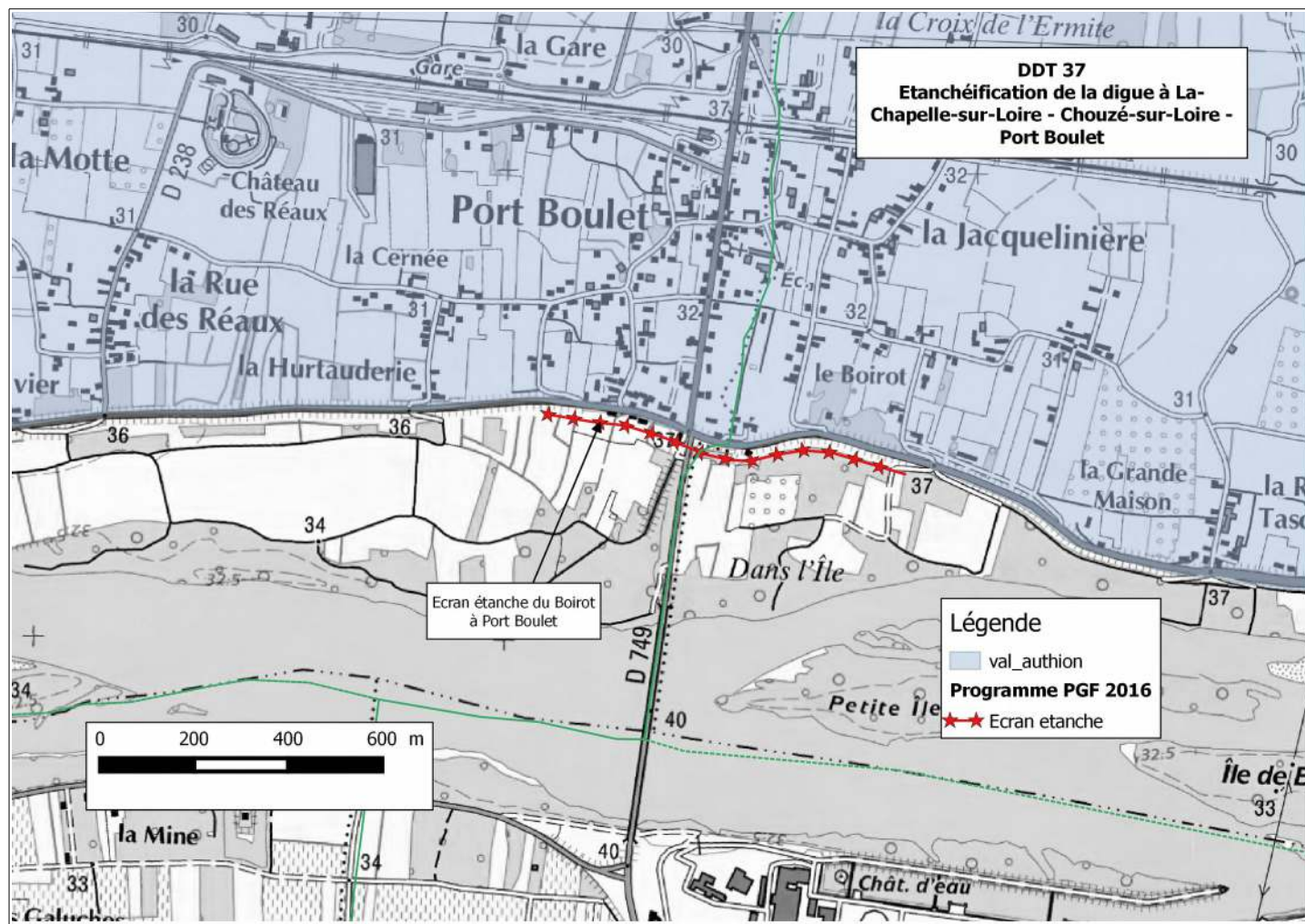


Figure 24 : Plan de situation : Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Chouzé-sur-Loire – Port Boulet

b) Estimation sommaire des travaux

Opération de priorité 2				
Localisation des actions	Priorité des actions	Descriptif des actions	Linéaire des actions	Estimation des actions
La-Chapelle-sur-Loire – Chouzé-sur-Loire – du Boirot à Port Boulet	2	Écrans étanches	780 m	1 000 000 €
Total opération			1 000 000 €	

Figure 25 : Estimation sommaire des travaux : Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Chouzé-sur-Loire – Port Boulet

c) Planning prévisionnel des travaux

Action	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022							
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4				
La-Chapelle-sur-Loire – du Boirot à Port Boulet – Écrans étanches																																
Légende	Consultation maîtrise d'œuvre																															
	Études préliminaires des opérations de travaux (jusqu'à AVP)																															
	Préparation de marché (PRO, DCE, Analyse, Notification)																															
	Travaux écrans étanches (fiabilisation) – Traitement de canalisations																															

Figure 26 : Planning prévisionnel des travaux : Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Chouzé-sur-Loire – Port Boulet

d) Justification de l'opération

Écran étanches du Boirot à Port Boulet à La-Chapelle-sur-Loire

L'étude de dangers signale sur ce secteur plusieurs profils présentant un risque de rupture non négligeable lié à l'érosion interne, dès la crue Q70 (correspondant au niveau de sûreté local de l'ouvrage).

Le secteur présente en effet un contexte péri-urbain, comportant plusieurs bâtiments encastrés, des zones de talus très raides et des portions présentant une végétation ligneuse importante sur tout le talus côté Val.

Les parcelles privées situées immédiatement en pied de digue rendent par ailleurs impossible la surveillance côté val.

e) Description synthétique des travaux

Écran étanches du Boirot à Port Boulet à La-Chapelle-sur-Loire

La solution retenue est la mise en place d'un écran étanche par mélange en place.

Le linéaire est estimé en première approche à 780 m, de part et d'autre du carrefour de Port Boulet et englobant les portions présentant les mêmes caractéristiques d'urbanisation.

L'écran rendant quasi nul le risque d'érosion interne, les travaux doivent permettre de remonter le niveau local de sûreté au niveau de protection apparent.

4.2.8 – Étanchéification et/ou Épaississement de la digue à Chouzé-sur-Loire

a) Plan de situation des travaux

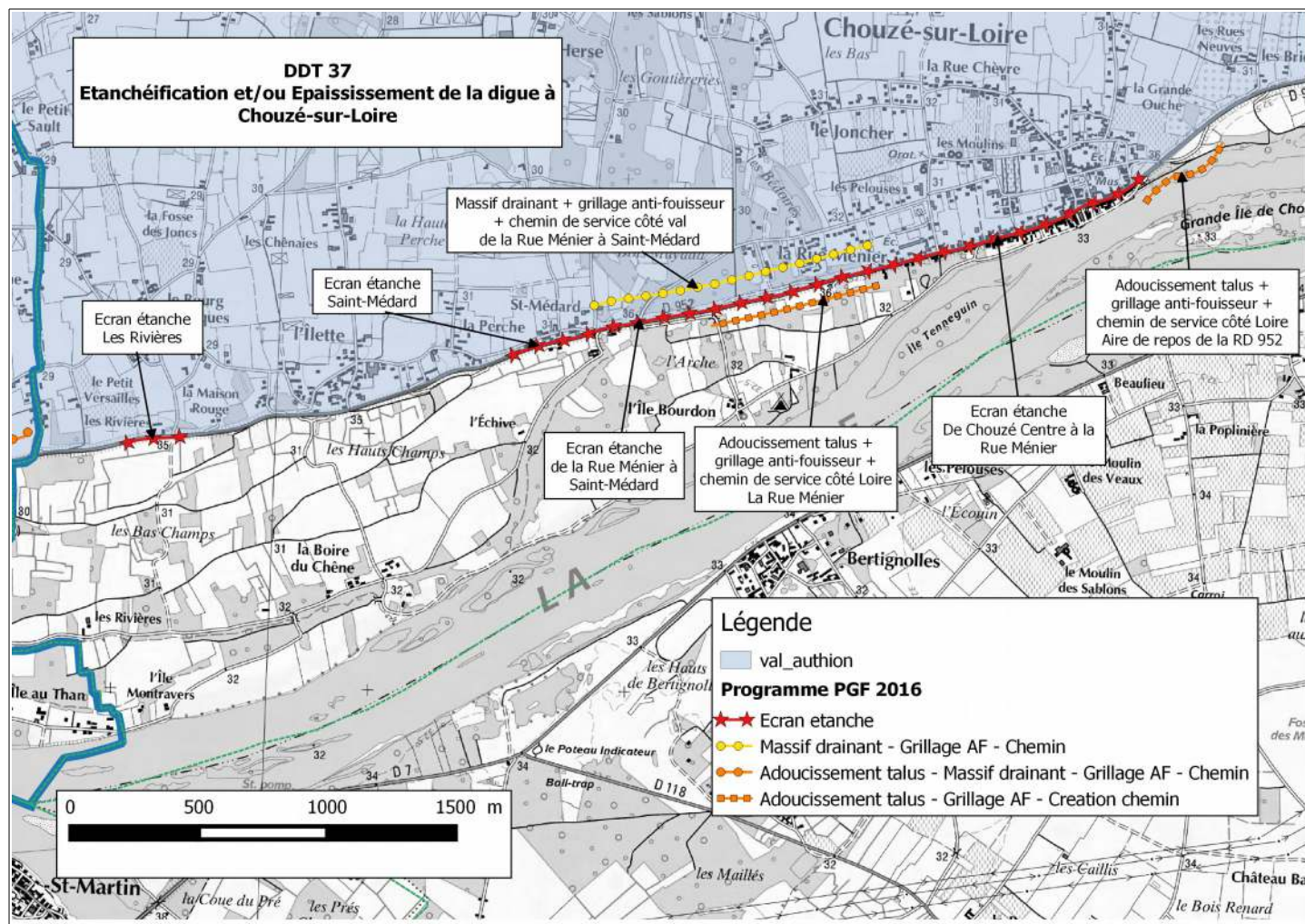


Figure 27 : Plan de situation : Étanchéification et/ou Épaississement de la digue à Chouzé-sur-Loire

b) Estimation sommaire des travaux

Opération de priorité 1				
Localisation des actions	Priorité des actions	Descriptif des actions	Linéaire des actions	Estimation des actions
Chouzé-sur-Loire – aire de repos de la RD 952	1	Adoucissement talus + grillage anti-fouisseur + création de chemin de service côté Loire	385 m	150 000 €
De Chouzé-sur-Loire centre à la Rue Ménier	1	Écrans étanches	1 135 m	1 300 000 €
De la Rue Ménier à Saint-Médard	2	Massif drainant filtrant + grillage anti-fouisseur + création de chemin de service côté Val	1 110 m	250 000 €
La Rue Ménier	2	Adoucissement talus + grillage anti-fouisseur + création de chemin de service côté Loire	655 m	150 000 €
De la Rue Ménier à Saint-Médard	2	Écrans étanches	885 m	900 000 €
Saint-Médard	1	Écrans étanches	500 m	650 000 €
Les Rivières	1	Écrans étanches	250 m	500 000 €
Total opération			3 900 000 €	

Figure 28 : Estimation sommaire des travaux : Étanchéification et/ou Épaississement de la digue à Chouzé-sur-Loire

c) Planning prévisionnel des travaux

Action	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Chouzé-sur-Loire – aire de repos de la RD 952 – Adoucissement talus + grillage anti-fouisseur + création de chemin de service côté Loire																												
De Chouzé-sur-Loire centre à la Rue Ménier – Écrans étanches																												
De la Rue Ménier à Saint-Médard – Massif drainant filtrant + grillage anti-fouisseur + création de chemin de service côté val																												
La Rue Ménier – Adoucissement talus + grillage anti-fouisseur + création de chemin de service côté Loire																												
De la Rue Ménier à Saint-Médard – Écrans étanches																												
Saint-Médard – Écrans étanches																												
Les Rivières – Écrans étanches																												

Légende	Consultation maîtrise d'œuvre
	Études préliminaires des opérations de travaux (jusqu'à AVP)
	Préparation de marché (PRO, DCE, Analyse, Notification)
	Travaux de renforcement des talus des digues
	Travaux écrans étanches (fiabilisation) – Traitement de canalisations

Figure 29 : Planning prévisionnel des travaux : Étanchéification et/ou Épaississement de la digue à Chouzé-sur-Loire

Les actions relatives à la reprise du talus côté Loire au niveau de l'aire de repos sur la RD 952, la reprise du talus côté val de la Rue Ménier à Saint-Médard et la reprise du talus côté Loire au niveau de la Rue Ménier ne figurent pas au présent planning prévisionnel compte-tenu du fait qu'elles doivent être précédées d'acquisitions foncières nécessitant parfois des procédures longues.

d) Justification de l'opération

Renforcement de la digue côté Loire au niveau de l'Aire de repos de la RD 952 à Chouzé-sur-Loire

A l'entrée du bourg de Chouzé-sur-Loire, au droit de l'aire de repos de la RD 952, le côté Loire de la digue est complétement boisé.

Dans ce secteur, la digue ne dispose pas de chemin de service côté Loire. Cet état de fait empêche d'avoir une accessibilité continue à l'ouvrage, côté Loire, à l'approche de Chouzé-sur-Loire (depuis le chemin de service existant à l'amont du secteur et le début des quais du port de Chouzé-sur-Loire à l'aval).

Écrans étanches de Chouzé centre à la Rue Ménier à Chouzé-sur-Loire

Au niveau du centre de Chouzé-sur-Loire, la digue, en secteur urbain, comporte de nombreux bâtiments encastrés, (avec des caves éventuelles), des ouvrages traversants (réseau d'eaux, électricité...).

En raison de tous ces éléments accroissant le risque de rupture par érosion interne, plusieurs profils ont été identifiés dans l'étude de dangers comme présentant un risque de rupture non négligeable à partir de la crue de type Q70.

Renforcement de la digue côté val de la Rue Ménier à Saint-Médard à Chouzé-sur-Loire

Cette portion de digue a fait l'objet de renforcements coté val au début des années 80.

Ces renforcements ont épaissi la levée, adouci la pente du talus à environ 1/3H et réservé une emprise en pied, faisant office de chemin de service.

En revanche comme signalé dans l'étude de dangers, un massif drainant en pied de digue n'a pas été mis en place dans le cadre des travaux. Ce défaut entraîne, pour ce secteur, un risque d'érosion interne non négligeable.

Par ailleurs, le chemin de service, fauché 1 à 2 fois par an, ne possède pas de structure permettant son utilisation tout au long de l'année. Ceci constitue un élément entravant la surveillance de l'ouvrage par le gestionnaire.

Renforcement de la digue côté Loire au niveau de la Rue Ménier à Chouzé-sur-Loire

Depuis la sortie du bourg de Chouzé-sur-Loire jusqu'à la route d'accès à l'île Bourdon, la digue côté Loire présente un talus à forte pente et ne dispose pas de chemin de service.

Cette absence de chemin de service empêche la surveillance et rend difficile l'entretien de la digue.

Écrans étanches de la Rue Ménier à Saint-Médard à Chouzé-sur-Loire

De la Rue Ménier à Saint-Médard, la digue se caractérise par plusieurs éléments pouvant entraîner des fragilités de l'ouvrage tels des bâtiments en partie encastrés ou situés très près du corps de digue.

Écrans étanches à Saint-Médard et aux Rivières à Chouzé-sur-Loire

Au niveau de ces deux lieux-dits, la digue présente une configuration défavorable vis-à-vis du risque d'érosion interne. En effet, la digue est rendue plus étroite, avec des talus très raides coté Val en raison de la proximité au pied de digue de bâtiments, pour certains encastrés ainsi que leurs accès.

Les calculs indiquent un risque de rupture non négligeable dès la crue Q70.

e) Description synthétique des travaux

Renforcement de la digue côté Loire au niveau de l'aire de repos de la RD 952 à Chouzé-sur-Loire

Le projet consiste à abattre les arbres situés sur le talus coté Loire, à enlever les souches (par terrassement) puis reconstituer un talus avec une pente de 1/2h maxi avec des matériaux peu perméables.

Il s'agit enfin de créer un chemin de service en pied reliant les deux accès existants (en amont et en aval du secteur).

Ce secteur étant proche d'un milieu urbanisé, il peut être envisagé de s'affranchir de la pose d'un grillage anti-fouisseur.

Écrans étanches de Chouzé centre à la Rue Ménier à Chouzé-sur-Loire

Il est envisagé la réalisation d'un écran étanche permettant d'empêcher les écoulements potentiels au travers de la digue limitant ainsi le risque d'érosion interne.

Le linéaire est estimé en première approche à 1 135 m, englobant tout le secteur urbanisé de Chouzé.

Le chantier suit la RD 952 qui constitue l'axe routier principal du centre-bourg de Chouzé-sur-Loire avec de nombreux commerces et habitations situés des deux cotés de la digue.

L'écran rendant quasi-nul le risque d'érosion interne, les travaux doivent permettre de remonter localement le niveau de sûreté de l'ouvrage au niveau de protection apparent.

Renforcement de la digue côté val de la Rue Ménier à Saint-Médard à Chouzé-sur-Loire

Le projet vise à mettre en œuvre un massif drainant filtrant en pied de digue afin de lutter contre le risque d'érosion interne.

Les travaux comporteront le terrassement du pied de digue et l'installation du massif drainant en matériaux granulaires grossiers (type gravillons). Le massif sera revêtu d'un géotextile et végétalisé pour faciliter son entretien futur.

L'emprise du chemin de service sera reprise avec une structure pérenne (couche de graves grossières revêtu d'une couche de roulement de calcaire 0/20).

Si les études préliminaires montrent la présence forte d'animaux fouisseurs, le projet pourra comprendre la pose d'un grillage anti-fouisseur.

Renforcement de la digue côté Loire au niveau de la Rue Ménier à Chouzé-sur-Loire

Le projet comprendra la reprise du talus côté Loire avec un adoucissement du talus (pente portée à 1/2H maxi) et la création en pied de digue d'un chemin de service avec une structure le rendant carrossable toute l'année (géotextile Grave calcaire grossière en couche de fondation et couche de roulement en GNT 0/20).

Au stade actuel, la maîtrise foncière des emprises nécessaires à la réalisation du projet n'est pas certaine. En premier lieu, une analyse foncière doit définir le besoin ou non d'acquisitions de terrains.

Écrans étanches de la Rue Ménier à Saint-Médard à Chouzé-sur-Loire

Il est envisagé la réalisation d'un écran étanche permettant d'empêcher les écoulements potentiels au travers de la digue limitant ainsi le risque d'érosion interne.

Le linéaire est estimé en première approche à 885 m, permettant d'effectuer la jonction entre les écrans prévus entre Chouzé centre et la Rue Ménier et ceux prévus à Saint-Médard.

L'emprise des travaux se situe sur la RD 952 qui constitue un axe routier important.

L'écran rendant quasi-nul le risque d'érosion interne, les travaux doivent permettre de remonter localement le niveau de sûreté de l'ouvrage au niveau de protection apparent.

Écrans étanches à Saint-Médard et aux Rivières à Chouzé-sur-Loire

Il est envisagé la réalisation d'un écran étanche permettant d'empêcher les écoulements potentiels au travers de la digue limitant ainsi le risque d'érosion interne.

Le linéaire est estimé en première approche à 500 m pour Saint-Médard et 250 m pour Les Rivières, englobant les zones présentant des habitations proches du pied de digue ou encastrées dans celle-ci.

L'écran rendant quasi-nul le risque d'érosion interne, les travaux doivent permettre de remonter localement le niveau de sûreté de l'ouvrage au niveau de protection apparent.

4.2.9 – Accessibilité à l'ouvrage, Acquisitions foncières et Topographie

a) Justification de l'opération

Relevés topographiques

L'étude de dangers souligne la nécessité de compléter dans le département d'Indre-et-Loire et du Maine-et-Loire la connaissance fine de la topographie de la levée.

En effet, des relevés à grand rendement permettent une comparaison avant et après un événement exceptionnel qui peut affecter la levée. Cette méthode permet de mettre en évidence des phénomènes tels que la liquéfaction des sols sous la levée ainsi que des débuts de glissement.

Il est donc nécessaire de réaliser un levé topographique fin à grand rendement du type de celui réalisé à Orléans au moyen de télédétection par laser haute résolution spectrale (ou Lidar HR).

Détection d'ouvrages traversants

L'étude de dangers pointe également la nécessité de compléter la connaissance en matière de canalisations traversantes.

Le retour d'expérience en particulier autour du Val d'Orléans montre que la liste des canalisations relevées dans le cadre de l'étude de dangers ne peut être exhaustive dans la mesure où des canalisations peuvent avoir été construites, puis désaffectées, sans qu'on en ait connaissance aujourd'hui.

Une action de recensement des canalisations est ainsi proposée et comprendra notamment le recensement exhaustif sur site de l'ensemble des canalisations et ouvrages traversants, le lancement de DICT auprès de l'ensemble des concessionnaires et l'étude de la dépose des canalisations ne bénéficiant pas d'AOT et désaffectées.

Études préalables au plan Loire V – Acquisitions foncières en pied de digue – Déboisement des secteurs acquis.

L'étude de dangers ayant également mis en évidence que quand bien même les levées de l'Authion ne sont pas soumises au risque de basculement, les fortes pentes de talus constatées, en particulier côté val, peuvent être à terme des facteurs d'instabilité de l'ouvrage.

La reprise des talus nécessite des préalables tels les acquisitions foncières, le déboisement et le traitement des boires en pied d'ouvrage. Ces préalables font que ces actions, sauf opportunités foncières sont difficilement envisageables dans le cadre du plan Loire IV.

b) Description synthétique des études et travaux

Relevés topographiques

Un relevé topographique complet sera réalisé sur les 17 km ne disposant pas de plan de l'ouvrage.

Le linéaire s'étend du début du Val à La Cueilleminaut aux Trois Volets et de Port d'Ablevois à la limite départementale.

L'emprise relevée comprendra les abords de la digue coté Loire et côté Val (jusqu'à 20 m du pied de digue). Les relevés intégreront les relevés existants de part d'autres de La-Chapelle-sur-Loire pour disposer de plans complets de l'ouvrage.

Ces relevés pourront être complétés après les acquisitions foncières et déboisements réalisés.

Détection d'ouvrages traversants

Pour améliorer la connaissance des ouvrages traversants le gestionnaire doit prendre contact avec les grands gestionnaires de réseaux enterrés (électricité, gaz, télécom...) permettant ainsi une mise à jour des autorisations d'occupation temporaires (AOT) existantes.

Pour compléter cette démarche à long terme, il est prévu de réaliser une campagne de détection des réseaux par des investigations géophysiques (de type géoradar).

Ces méthodes, habituellement mises en œuvre par les entreprises en phase préparatoires des travaux présentent actuellement des coûts et rendements permettant de les déployer sur les 25 km du val d'Authion dans le département d'Indre-et-Loire.

Ces éléments permettront de constituer des bases de données importantes en vue de l'élaboration des projets à prévoir sur le Plan Loire Grandeur Nature IV et suivant.

Études préalables au plan suivant – Acquisitions foncières en pied de digue – Déboisement des secteurs acquis.

Afin de permettre la réalisation des projets de renforcement, prévus sur la fin du Plan Loire Grandeur Nature IV ou sur les Plans Loire suivants, des démarches d'acquisition foncières doivent être entamées sur le val d'Authion dans le département d'Indre-et-Loire.

En première approche pour les digues situées en contexte rural et afin d'établir un système d'endiguement satisfaisant à dire d'experts (pentes douces, chemins de service...), le maître d'ouvrage doit disposer d'emprises s'étendant jusqu'à 25m depuis la crête de digue côté Val et jusqu'à 20 m coté Loire.

En complément, pour permettre l'accessibilité, et la réalisation des relevés topographiques nécessaires à l'élaboration des projets, les arbres présents sur les parcelles acquises en pied de digue seront abattus.

c) Estimation sommaire des études et travaux

Opération de priorité 1				
Localisation des actions	Priorité des actions	Descriptif des actions	Linéaire des actions	Estimation des actions
Ensemble du département d'Indre-et-Loire	1	Relevés topographiques	18 km	125 000 €
Ensemble du département d'Indre-et-Loire	1	Détection des canalisations traversantes		125 000 €
Ensemble du département d'Indre-et-Loire	2	Acquisitions foncières en pied de digue côté val		125 000 €
Ensemble du département d'Indre-et-Loire	2	Déboisement des zones acquises		125 000 €
Total opération			500 000 €	

Figure 30 : Estimation sommaire des études et travaux : Topographie – Détection des canalisations traversantes – Acquisitions foncières – Déboisement

d) Planning prévisionnel des études et travaux

Action	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Ensemble du département d'Indre-et-Loire – Relevés topographiques																												
Ensemble du département d'Indre-et-Loire – Détection des canalisations traversantes																												
Ensemble du département d'Indre-et-Loire – Acquisitions foncières en pied de digue côté Val																												
Ensemble du département d'Indre-et-Loire – Déboisement des zones acquises																												
Légende	Opérations d'études																											

Figure 31 : Planning prévisionnel : Topographie – Détection des canalisations traversantes – Acquisitions foncières – Déboisement

4.2.10 – Reconnaissance des sols des renforcements des années 1980 – Suivi bathymétrique des sites de pieds de digue sensibles

a) Justification de l'opération

Études géotechniques des secteurs renforcés dans les années 1980

L'étude de dangers a montré que la géotechnique des levées de Loire du Val d'Authion n'était pas toujours bien connue, notamment en ce qui concerne les renforcements réalisés dans les années 1980 côté Loire dans le département d'Indre-et-Loire.

Il est proposé de compléter cette connaissance par les éléments suivants :

- La recherche documentaire sur les matériaux mis en place dans les années 1980 sur les secteurs considérés,
- La réalisation d'une étude géotechnique destinée à qualifier les matériaux ayant servis aux renforcements et ceux constituant le corps de digue. Cette étude doit s'accompagner des modélisations hydrauliques d'écoulements au travers de la digue,
- La réalisation d'une étude technico-économique comparant les solutions suivantes :
 - Le remplacement des matériaux présentant une perméabilité supérieure à ceux du corps de digue par des matériaux compatibles avec la perméabilité des matériaux du corps de digue et mise en place systématique d'un drain filtre en pied de digue côté val,
 - L'épaississement côté val par des matériaux sableux drainants,
 - Le renforcement du corps de digue au moyen d'un écran étanche

Suivi bathymétrique des secteurs sensibles à l'érosion externe

L'étude de dangers a également montré qu'un linéaire important de digue en contact direct avec le fleuve ou avec un franc bord très réduit est fortement dégradé et nécessite des renforcements.

L'étude de dangers signale plusieurs secteurs où les pieds de digue sont sensibles au risque d'érosion externe. Le diagnostic réalisé en Indre-et-Loire confirme pour certains de ces secteurs l'urgence de renforcement (La-Chapelle-sur-Loire et le bras de L'île Sainte-Barbe).

Ainsi, dans l'Indre-et-Loire, une opération importante de renforcement a été initiée en 2014 au niveau de la Chapelle-sur-Loire sur deux secteurs couvrant environ 6,35 kilomètres de pied de digue.

Pour les autres secteurs, qui présentent un état de dégradation moindre, il est envisagé de réaliser un suivi à long terme de l'évolution des pieds de digue afin de définir le besoin réel de renforcement dans les années à venir.

Une action de suivi bathymétrique des sites de pieds de digue sensibles est ainsi proposée dans le cadre du Plan Loire IV.

b) Description synthétique des études et travaux

Études géotechniques des secteurs renforcés dans les années 1980

Les études envisagées devront notamment comprendre une campagne de sondages et essais géophysiques et géotechniques afin de déterminer la nature des sols constituant la digue et leur perméabilité.

Des modélisations hydro-géotechniques des écoulements au travers de la digue en cas de crue devront être réalisées.

Ces études devront également prendre en considération les études et travaux de renforcements de talus côté val (déboisement, élargissement en pied, pose de massifs drainants filtrants, pose de grillage anti-fouisseurs, mise en œuvre de chemins de services).

c) Estimation sommaire des études et travaux

Opération de priorité 1				
Localisation des actions	Priorité des actions	Descriptif des actions	Linéaire des actions	Estimation des actions
Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice-sur-Loire	2	Reconnaissance des sols des renforcements des années 1980 – Modélisation des écoulements au travers de la digue	12 725 m	250 000 €
Saint-Michel-sur-Loire	1	Suivi bathymétrique des sites de pieds de digue sensibles	800 m	250 000 €
Total opération			500 000 €	

Figure 32 : Estimation sommaire des études : Reconnaissance des sols – Modélisation des écoulements – Suivi bathymétrique

d) Planning prévisionnel des études et travaux

Action	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022							
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4				
Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice – Reconnaissance des sols des renforcements des années 1980 – Modélisation des écoulements au travers de la digue																																
Saint-Michel-sur-Loire – Suivi bathymétrique des sites de pieds de digue sensibles																																

Légende		Opérations d'études
----------------	--	---------------------

Figure 33 : Planning prévisionnel : Reconnaissance des sols – Modélisation des écoulements – Suivi bathymétrique

4.3 – Maine-et-Loire – Opérations du Plan Loire IV

Récapitulatif des opérations dans le département du Maine-et-Loire

N° de l'opération	Dénomination des opérations	Localisation des opérations	Descriptif des actions	Linéaire de l'opération	Estimation des travaux
1	Étanchéification de la digue à Varennes-sur-Loire Tranche 1	Varennes-sur-Loire	Écrans étanches	4 060 m	4 500 000 €
2	Épaississement de la digue à Varennes-sur-Loire Tranche 2	Varennes-sur-Loire	Reprise du talus côté val	2 360 m	2 000 000 €
3	Épaississement de la digue à Saint-Martin-de-la-Place	Saint-Martin-de-la-Place	Reprise du talus côté val	1 655 m	1 300 000 €
4	Étanchéification de la digue – Les-Rosiers-sur-Loire	Les-Rosiers-sur-Loire	Écrans étanches	3 780 m	3 900 000 €
5	Étanchéification et Épaississement de la digue La Bohalle – La Daguenière	La Bohalle La Daguenière	Écrans étanches Reprise du talus côté val	1 990 m	2 100 000 €
6	Accessibilité à l'ouvrage Saumur – Saint-Martin-de-la-Place	Saumur Saint-Martin-de-la-Place	Création de chemin de service côté val	4 600 m	1 500 000 €
Total opération travaux				15 300 000 €	
7	Acquisitions foncières Déboisement des zones acquises Création de chemins côté Loire	Ensemble du département du Maine-et-Loire	Acquisitions foncières Déboisement des zones acquises Création de chemins côté Loire		500 000 €
8	Connaissance des phénomènes d'érosion interne liés aux palplanches Connaissance de l'Hydrologie de la Loire et de ses affluents	Ensemble du département du Maine-et-Loire	Connaissance des phénomènes d'érosion interne liés aux palplanches Connaissance de l'Hydrologie de la Loire et de ses affluents		500 000 €
Total opérations études				1 000 000 €	
Total opérations études et travaux Maine-et-Loire				16 300 000 €	

Figure 34 : Département Maine-et-Loire – récapitulatif des opérations

4.3.1 – Étanchéification de la digue à Varennes-sur-Loire – Tranche 1

a) Plan de situation des travaux

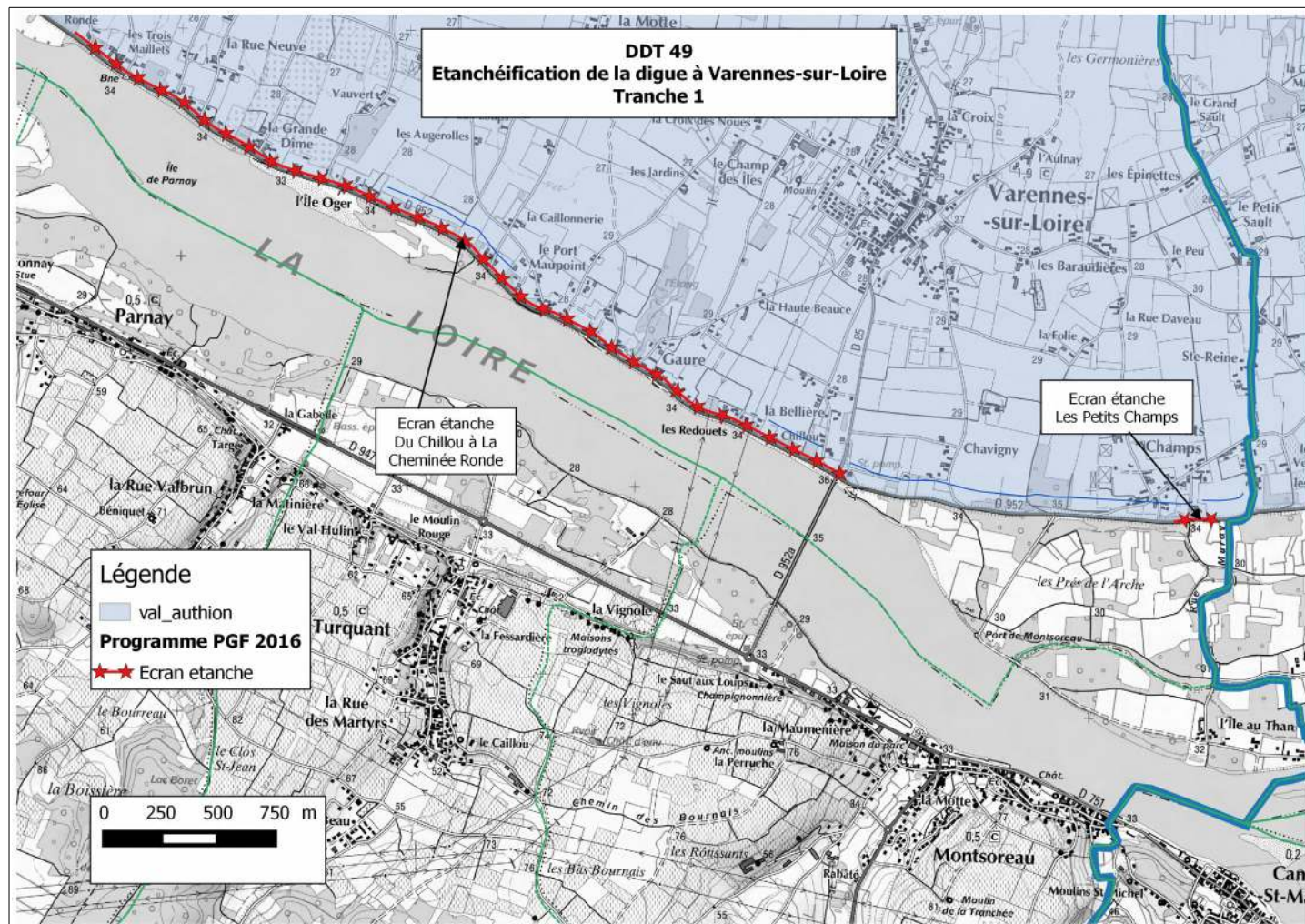


Figure 35 : Plan de situation : Étanchéification de la digue à Varennes-sur-Loire – Tranche 1

b) Estimation sommaire des travaux

Opération de priorité 1				
Localisation des actions	Priorité des actions	Descriptif des actions	Linéaire des actions	Estimation des actions
Varennes-sur-Loire Les Petits Champs	1	Écrans étanches	160 m	200 000 €
Varennes-sur-Loire Du Chillou à La Cheminée Ronde	1	Écrans étanches	3 900 m	4 300 000 €
Total opération			4 500 000 €	

Figure 36 : Estimation sommaire des travaux : Étanchéification de la digue à Varennes-sur-Loire – Tranche 1

c) Planning prévisionnel des travaux

Action	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Vareennes-sur-Loire – Les Petits Champs – Écrans étanches																												
Vareennes-sur-Loire – Du Chillou à La Cheminée Ronde – Écrans étanches																												

Légende	Consultation maîtrise d'œuvre			
	Études préliminaires des opérations de travaux (jusqu'à AVP)			
	Préparation de marché (PRO, DCE, Analyse, Notification)			
	Travaux écrans étanches (fiabilisation) – Traitement de canalisations			

Figure 37 : Planning prévisionnel des travaux : Étanchéification de la digue à Vareennes-sur-Loire – Tranche 1

d) Justification de l'opération

Écrans étanches Les Petits Champs à Vareennes-sur-Loire

Au niveau de ce lieu-dit, la digue présente une configuration défavorable vis-à-vis du risque d'érosion interne.

La digue est rendue plus étroite, avec des talus très raides coté Val en raison de la proximité au pied de digue de bâtiments dont certains encastrés ainsi que leurs accès.

Les calculs indiquent un risque de rupture non négligeable dès la crue Q70.

Écrans étanches du Chillou à La Cheminée Ronde à Vareennes-sur-Loire

L'étude de dangers signale de nombreux points de ce secteur comme présentant un très fort risque de rupture par érosion interne.

Jusqu'à 40% des profils étudiés présentent ainsi un risque de rupture non négligeable à partir de la crue Q70.

La digue comporte coté Val de nombreuses maisons encastrées ou très proches du pied de digue ainsi qu'une végétation ligneuse importante.

La largeur moyenne de la digue assez faible (33 m au total) apparaît comme insuffisante pour empêcher les infiltrations et garantir sa tenue en cas de crue.

Ce secteur n'ayant jamais fait l'objet de renforcements, était au programme des travaux prévus au Plan Loire Grandeur Nature III (travaux mixtes de reprises des talus et d'écrans étanche). Ceux-ci n'ont pas pu être réalisés pour des raisons de financement.

e) Description synthétique des travaux

Écrans étanches Les Petits Champs à Vareennes-sur-Loire

Il est envisagé la réalisation d'un écran étanche permettant d'empêcher les écoulements potentiels au travers de la digue limitant ainsi le risque d'érosion interne.

Le linéaire est estimé en première approche à 160 m, englobant les portions présentant des habitations proches ou encastrées dans la digue et évitant le risque de contournement des écoulements au travers de la digue.

L'écran rendant quasi-nul le risque d'érosion interne, les travaux doivent permettre de remonter localement le niveau de sûreté de l'ouvrage au niveau de protection apparent.

Écrans étanches du Chillou à La Cheminée Ronde à Varennes-sur-Loire

Les rendements et les coûts des techniques actuelles d'écrans étanches par mélange en place rendent envisageable un traitement complet du secteur par écrans étanches plutôt que le traitement prévu au Plan Loire Grandeur Nature III qui alternait des traitements ponctuels par écrans, reliés par des reprises des talus.

La solution envisagée est donc des écrans étanches continus sur les 3 900 m du secteur.

4.3.2 – Épaississement de la digue à Varennes-sur-Loire – Tranche 2

a) Plan de situation des travaux

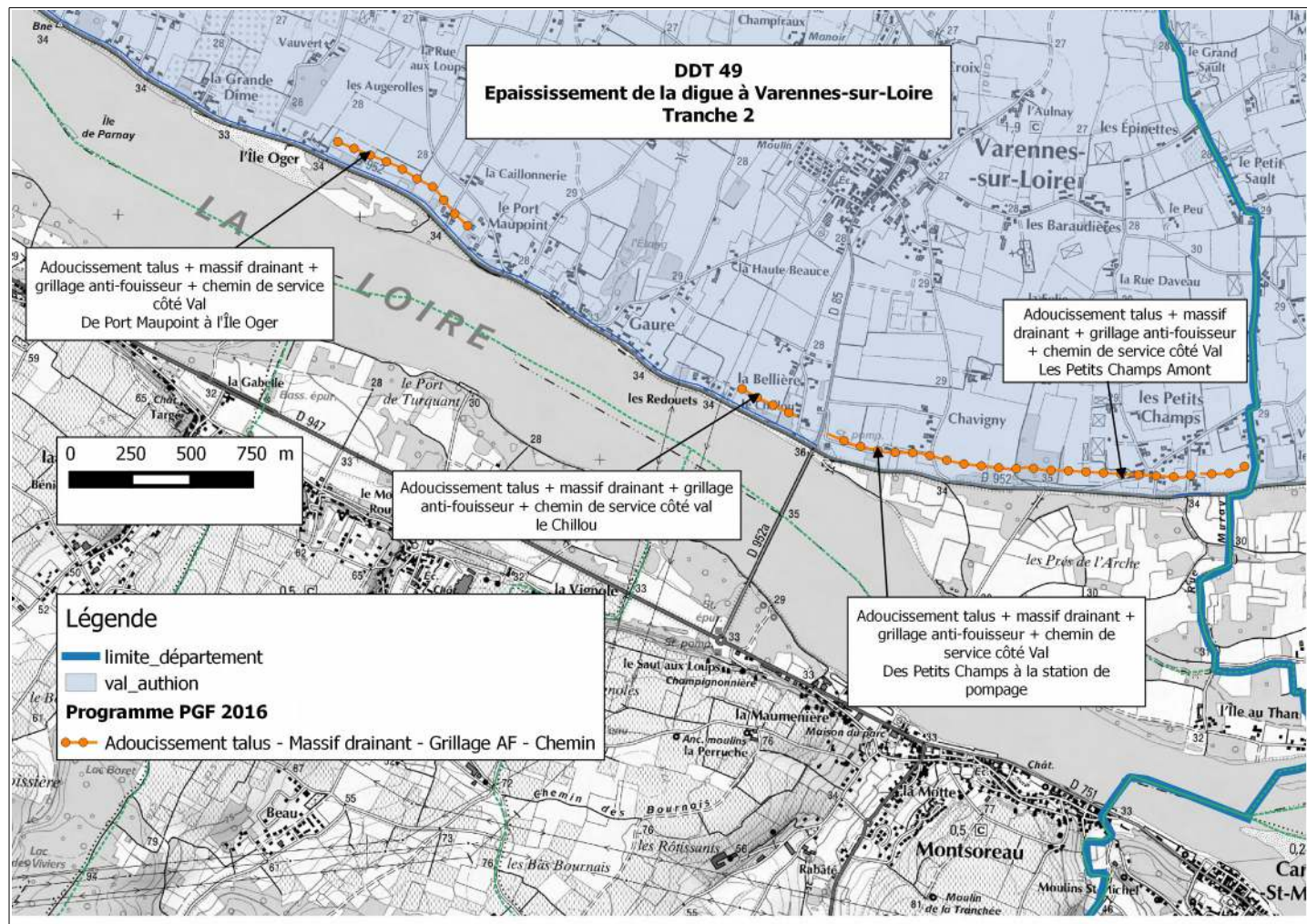


Figure 38 : Plan de situation : Épaississement de la digue à Varennes-sur-Loire – Tranche 2

b) Estimation sommaire des travaux

Opération de priorité 2				
Localisation des actions	Priorité des actions	Descriptif des actions	Linéaire des actions	Estimation des actions
Varenes-sur-Loire Les Petits Champs amont	2	Adoucissement talus + massif drainant filtrant + grillage anti-fouisseur + création de chemin de service côté Val	190 m	140 000 €
Varenes-sur-Loire des Petits Champs à la station de pompage	2	idem	1 255 m	1 200 000 €
Varenes-sur-Loire Le Chillou	2	idem	250 m	200 000 €
Varenes-sur-Loire De Port Maupoint à l'Île Oger	2	idem	665 m	460 000 €
Total opération			2 000 000 €	

Figure 39 : Estimation sommaire des travaux : Épaississement de la digue à Varenes-sur-Loire – Tranche 2

c) Planning prévisionnel des travaux

Action	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Varenes-sur-Loire – Les Petits Champs amont – Adoucissement talus + massif drainant filtrant + grillage anti-fouisseur + création de chemin de service côté val																												
Varenes-sur-Loire – Des Petits Champs à la station de pompage – Adoucissement talus + massif drainant filtrant + grillage anti-fouisseur + création de chemin de service côté val																												
Varenes-sur-Loire – Le Chillou – Adoucissement talus + massif drainant filtrant + grillage anti-fouisseur + création de chemin de service côté val																												
Varenes-sur-Loire – de Port Maupoint à Île Oger – Adoucissement talus + massif drainant filtrant + grillage anti-fouisseur + création de chemin de service côté val																												

Légende	Consultation maîtrise d'œuvre
	Études préliminaires des opérations de travaux (jusqu'à AVP)
	Préparation de marché (PRO, DCE, Analyse, Notification)
	Travaux de renforcement des talus des digues

Figure 40 : Planning prévisionnel des travaux : Épaississement de la digue à Varenes-sur-Loire – Tranche 2

d) Justification de l'opération

Renforcement de la digue côté val, au niveau des Petits Champs amont, des Petits Champs à la station de pompage, au niveau du Chillou et de Port Maupoint à l'Île Oger à Varenes-sur-Loire

Entre la limite de département à l'amont et l'Île Oger à l'aval la digue présente plusieurs profils très sensibles au risque d'érosion interne en raison notamment de la présence de végétation ligneuse importante, de terriers d'animaux fouisseurs et d'une largeur assez faible.

L'opération comprend 4 secteurs séparées par des rampes d'accès (ou de courtes portions moins sensibles). Les 4 secteurs présentent la même pathologie.

Ces secteurs n'ayant jamais fait l'objet de renforcements étaient au programme des travaux prévus par l'étude de fiabilisation menée par le Bureau d'étude ISL dans le cadre du Plan Loire III. Pour des raisons de financement, ces travaux n'ont pas été réalisés.

e) **Description synthétique des travaux**

Renforcement de la digue côté val, au niveau des Petits Champs amont, des Petits Champs à la station de pompage, au niveau du Chillou et de Port Maupoint à l'Île Oger à Varennes-sur-Loire

Le projet consiste en la reprise complète du talus coté Val, à l'instar des linéaires importants traités dans le cadre du Plan Loire III dans le Maine-et-Loire.

Les travaux comportent donc, l'adoucissement du talus, la mise en œuvre d'un massif drainant en pied de digue, la création d'un chemin de service et d'un fossé d'évacuation des eaux pluviales.

Les études liées au Plan Loire III préconisaient des pentes de talus côté val de 1/2,5H. Les réflexions les plus récentes sur le risque d'érosion interne préconisent désormais des pentes à 1/3H.

Le projet respectera cette préconisation dans la mesure des emprises disponibles en pied de digue.

Le secteur étant éloignés des zones urbanisées, les travaux de reprise de talus offrent une bonne opportunité pour prévoir la pose d'un grillage anti-fouisseurs.

4.3.3 – Épaississement de la digue à Saint-Martin-de-la-Place

a) Plan de situation des travaux

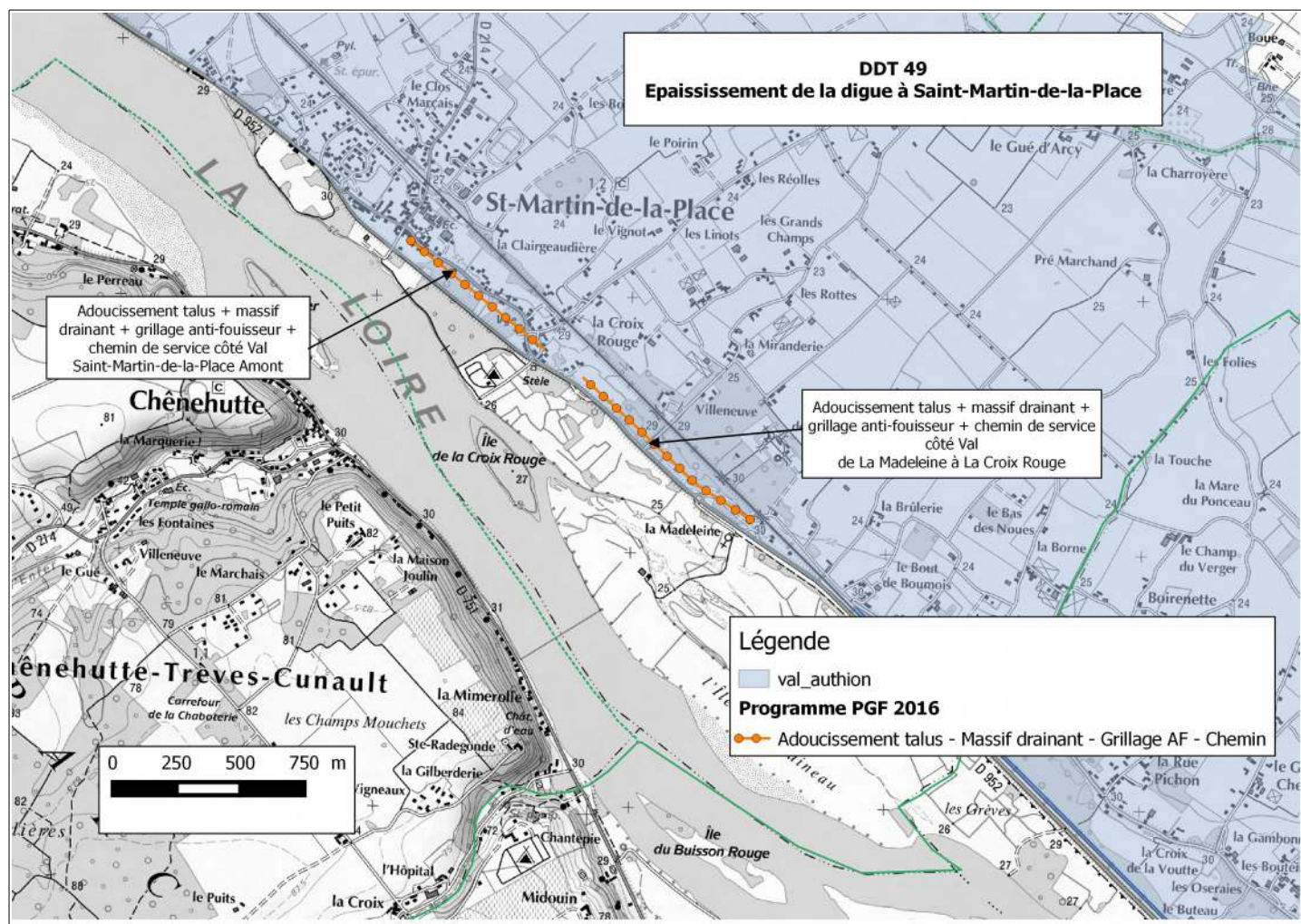


Figure 41 : Plan de situation : Épaississement de la digue à Saint-Martin-de-la-Place

b) Estimation sommaire des travaux

Opération de priorité 1				
Localisation des actions	Priorité des actions	Descriptif des actions	Linéaire des actions	Estimation des actions
Saint-Martin-de-la-Place de La Madeleine à La Croix Rouge	1	Adoucissement talus + massif drainant filtrant + grillage anti-fouisseur + création de chemin de service côté val	860 m	670 000 €
Saint-Martin-de-la-Place Aval	1	idem	795 m	630 000 €
Total opération			1 300 000 €	

Figure 42 : Estimation sommaire des travaux : Épaississement de la digue à Saint-Martin-de-la-Place

c) Planning prévisionnel des travaux

Action	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Saint-Martin-de-la-Place – de La Madeleine à La Croix Rouge – Adoucissement talus + massif drainant filtrant + grillage anti-fouisseur + création de chemin de service côté val																												
Saint-Martin-de-la-Place Aval – Adoucissement talus + massif drainant filtrant + grillage anti-fouisseur + création de chemin de service côté val																												
Légende	Consultation maîtrise d'œuvre																											
	Études préliminaires des opérations de travaux (jusqu'à AVP)																											
	Préparation de marché (PRO, DCE, Analyse, Notification)																											
	Travaux de renforcement des talus des digues																											

Figure 43 : Planning prévisionnel des travaux : Épaissement de la digue à Saint-Martin-de-la-Place

d) Justification de l'opération

Renforcement de la digue côté Val, de La Madeleine à La Croix Rouge et au niveau de Saint-Martin-de-la-Place amont à Saint-Martin-de-la-Place

À l'amont de Saint-Martin-de-la-Place, le talus côté Val présente des désordres qui rendent la digue sensible au risque d'érosion interne.

Le linéaire est fortement boisé (tant en pied de digue que sur le talus) et les pentes sont assez fortes. En outre, la digue n'ayant jamais fait l'objet d'un renforcement, sa largeur est assez faible.

Le pied de digue ne dispose pas non plus de chemins de service continus. Au lieu-dit La Madeleine, une boire profonde occupe le val quasiment jusqu'au pied de digue.

L'étude de dangers signale que de nombreux profils présentent un risque de rupture non négligeable à partir de la crue Q70.

Ces secteurs étaient prévus dans le programme de travaux du Plan Loire III. Toutefois pour des raisons de financement ces travaux n'ont pas été mis en œuvre.

L'opération comprend 2 secteurs séparés par des rampes d'accès, ou de courtes portions moins sensibles. Les 2 secteurs sont affectés par la même pathologie.

e) Description synthétique des travaux

Renforcement de la digue côté Val, de La Madeleine à La Croix Rouge et au niveau de Saint-Martin-de-la-Place amont à Saint-Martin-de-la-Place

Les travaux comportent l'adoucissement du talus, la mise en œuvre d'un massif drainant filtrant en pied de digue et la création d'un chemin de service. Si besoin, au lieu dit La Madeleine, la boire sera partiellement remblayée par des enrochements permettant la création du chemin de service.

Les études liées au Plan Loire III préconisaient des pentes de talus côté val de 1/2,5H. Les réflexions les plus récentes sur le risque d'érosion interne préconisent désormais des pentes à 1/3H.

Le projet respectera cette préconisation dans la mesure des emprises disponibles en pied de digue.

Le secteur étant éloignés des zones urbanisées, les travaux de reprise de talus offrent une bonne opportunité pour prévoir la pose d'un grillage anti-fouisseurs.

4.3.4 – Étanchéification de la digue Les-Rosiers-sur-Loire

a) Plan de situation des travaux

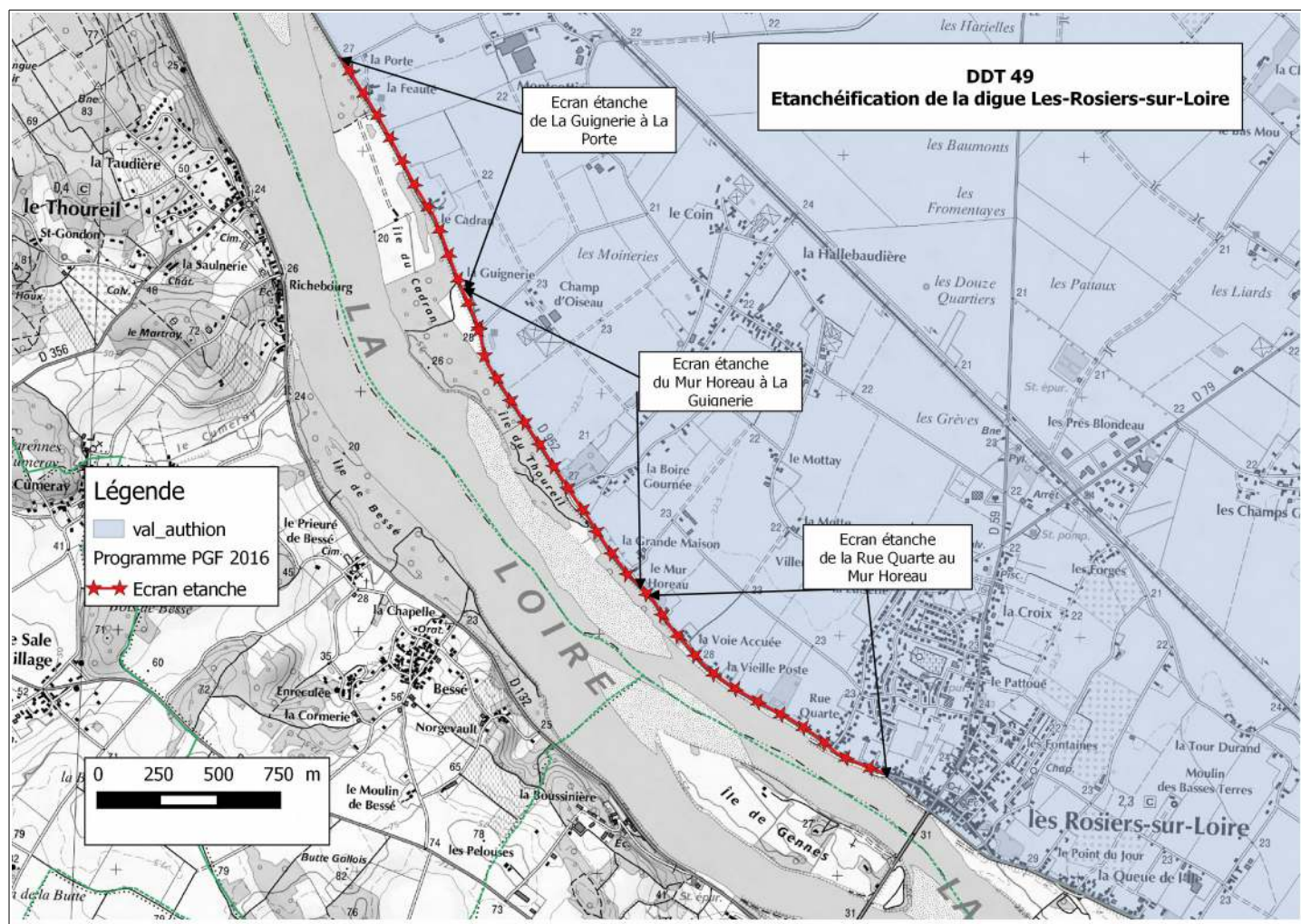


Figure 44 : Plan de situation : Étanchéification de la digue aux Rosiers-sur-Loire

b) estimation sommaire des travaux

Opération de priorité 1				
Localisation des actions	Priorité des actions	Descriptif des actions	Linéaire des actions	Estimation des actions
Les-Rosiers-sur-Loire de La Rue Quarte au Mur Horeau	1	Écrans étanches	1 270 m	1 300 000 €
Les-Rosiers-sur-Loire du Mur Horeau à La Guignerie	2	Écrans étanches	1 250 m	1 300 000 €
Les-Rosiers-sur-Loire de La Guignerie à La Porte	1	Écrans étanches	1 260 m	1 300 000 €
Total opération			3 900 000 €	

Figure 45 : Estimation sommaire des travaux : Étanchéification de la digue aux Rosiers-sur-Loire

c) Planning prévisionnel des travaux

Action	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Les-Rosiers-sur-Loire – de La Rue Quarte au Mur Horeau – Écrans étanches																												
Les-Rosiers-sur-Loire – du Mur Horeau à La Guignerie – Écrans étanches																												
Les-Rosiers-sur-Loire – de La Guignerie à La Porte – Écrans étanches																												

Légende	Consultation maîtrise d'œuvre
	Études préliminaires des opérations de travaux (jusqu'à AVP)
	Préparation de marché (PRO, DCE, Analyse, Notification)
	Travaux écrans étanches (fiabilisation) – Traitement de canalisations

Figure 46 : Planning prévisionnel des travaux : Étanchéification de la digue aux Rosiers-sur-Loire

d) Justification de l'opération

Écrans étanches, de La Rue Quarte au Mur Horeau, du Mur Horeau à La Guignerie et de La Guignerie à La Porte aux Rosiers-sur-Loire

Sur ce secteur rural en aval des Rosiers-sur-Loire, l'étude de dangers recense environ 35% du linéaire comme très sensible au risque d'érosion interne. Le niveau de sûreté local de l'ouvrage est Q70.

N'ayant jamais bénéficié de renforcements, la digue présente une largeur assez faible rendant les désordres affectant la digue (terriers et végétation ligneuse) très prégnants.

L'étude de dangers préconise donc, sur l'ensemble du linéaire concerné, un traitement visant à assurer l'étanchéité de la digue et garantissant sa tenue en cas de crue.

Les trois secteurs figuraient également au programme des travaux prévus au Plan Loire III.

Les rendements et les coûts des techniques actuelles d'écrans étanches par mélange en place rendent envisageable un traitement complet du secteur par écrans étanches plutôt que le traitement prévu au Plan Loire Grandeur Nature III qui alternait des traitements ponctuels par écrans, reliés par des reprises des talus.

Comme indiqué dans l'estimation sommaire des travaux, l'opération peut se décomposer en 3 actions homogènes.

e) Description synthétique des travaux

Écrans étanches, de La Rue Quarte au Mur Horeau, du Mur Horeau à La Guignerie et de La Guignerie à La Porte aux Rosiers-sur-Loire

Les deux secteurs, situés à l'amont et à l'aval présentent quelques bâtiments encastrés ou proches du pied de digue.

La solution envisagée est la réalisation d'écrans étanches permettant d'empêcher les écoulements potentiels au travers de la digue limitant ainsi le risque d'érosion interne.

Le linéaire est estimé en première approche à 1 270 m pour les écrans situés de La Rue Quarte au Mur Horeau, 1 250 m pour ceux situés du Mur Horeau à La Guignerie et 1 260 m pour ceux situés du Mur Horeau à La Guignerie.

L'écran étanche rendant quasi-nul le risque d'érosion interne, les travaux doivent permettre de remonter localement le niveau de sûreté au niveau de protection apparent.

4.3.5 – Étanchéification et Épaississement de la digue La Bohalle - La Daguenière

a) Plan de situation des travaux

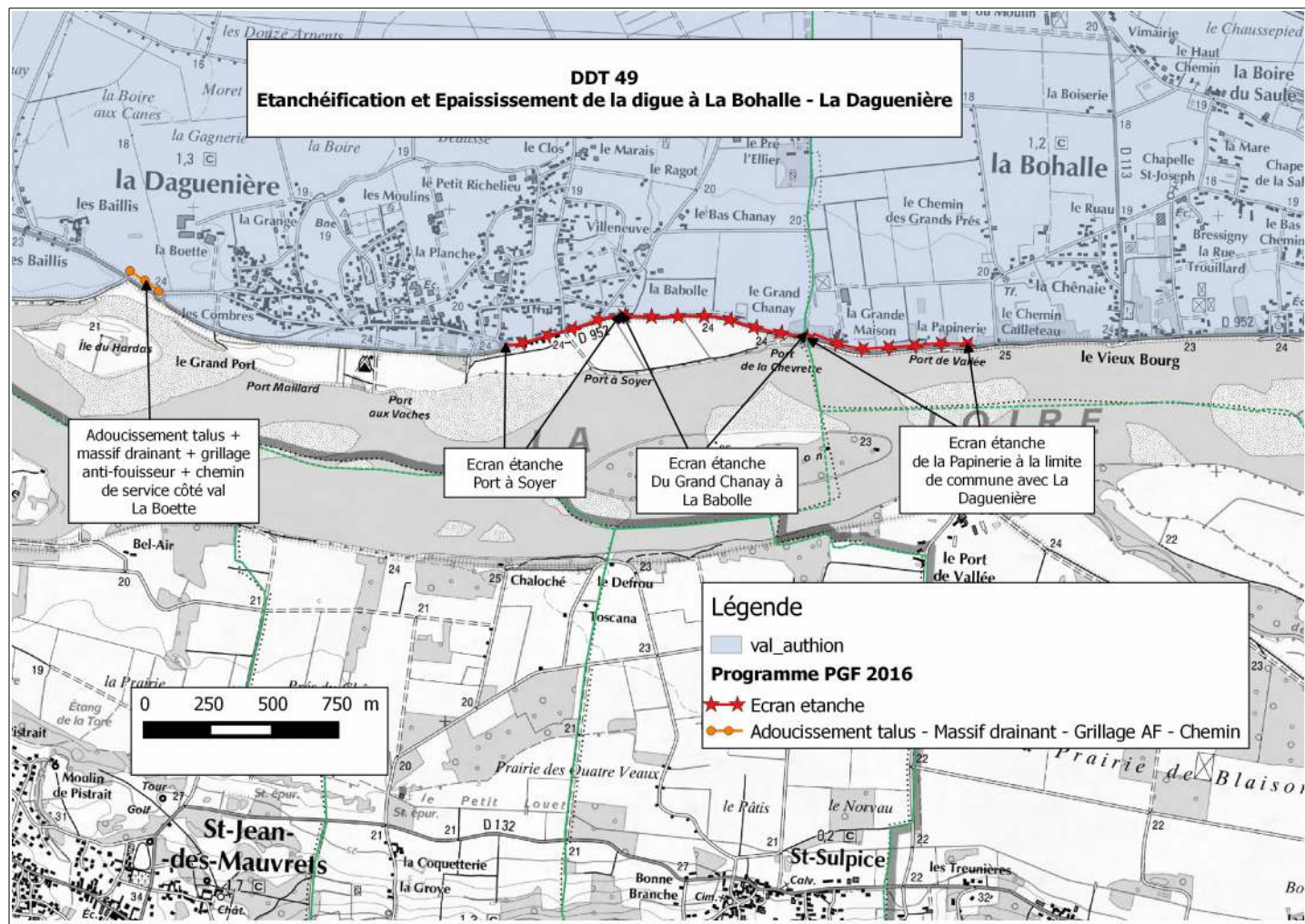


Figure 47 : Plan de situation : Étanchéification et Épaississement de la digue La Bohalle - La Daguenière

b) Estimation sommaire des travaux

Opération de priorité 1				
Localisation des actions	Priorité des actions	Descriptif des actions	Linéaire des actions	Estimation des actions
La Bohalle de La Papinerie à la limite de commune avec La Daguenière	1	Écrans étanches	610 m	650 000 €
La Daguenière du Grand Chanay à La Babolle	2	Écrans étanches	750 m	800 000 €
La Daguenière Port à Soyer	1	Écrans étanches	480 m	500 000 €
La Daguenière La Boette	1	Adoucissement talus + massif drainant filtrant + grillage anti-fouisseur + création de chemin de service côté val	150 m	150 000 €
Total opération			2 100 000 €	

Figure 48 : Estimation sommaire des travaux : Étanchéification et Épaississement de la digue La Bohalle - La Daguenière

c) Planning prévisionnel des travaux

Action	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
La Bohalle – de La Papinerie à la limite de commune avec La Daguenière – Écrans étanches																												
La Daguenière – du Grand Chanay à La Babolle – Écrans étanches																												
La Daguenière – Port à Soyer – Écrans étanches																												
La Daguenière – La Boette – Adoucissement talus + massif drainant filtrant + grillage anti-fouisseur + création de chemin de service côté val																												

Légende	Consultation maîtrise d'œuvre
	Études préliminaires des opérations de travaux (jusqu'à AVP)
	Préparation de marché (PRO, DCE, Analyse, Notification)
	Travaux de renforcement des talus des digues
	Travaux écrans étanches (fiabilisation) – Traitement de canalisations

Figure 49 : Planning prévisionnel des travaux : Étanchéification et Épaississement de la digue La Bohalle - La Daguenière

d) Justification de l'opération**Écrans étanches à La Bohalle, de La Papinerie à la limite de commune avec La Daguenière**

Sur ce secteur rural en aval de La Bohalle, jusqu'à la limite de commune avec La Daguenière, l'étude de dangers recense une grande partie du linéaire comme très sensible au risque d'érosion interne.

Ainsi, le niveau de sûreté local de l'ouvrage est Q70.

N'ayant jamais bénéficié de renforcements, la digue présente une largeur assez faible rendant les désordres affectant la digue (terriers et végétation ligneuse) très prégnants.

L'étude de dangers préconise donc, sur l'ensemble du linéaire concerné, un traitement visant à assurer l'étanchéité de la digue et garantissant sa tenue en cas de crue.

Le secteur avait également été recensé au programme des travaux prévus au Plan Loire III.

Écrans étanches à La Daguenière – Port à Soyer

Au niveau de ce lieu-dit, la digue présente une configuration défavorable vis-à-vis du risque d'érosion interne. La digue est rendue plus étroite, avec des talus très raides coté Val en raison de la proximité au pied de digue de bâtiments dont certains encastrés ainsi que leurs accès.

Les calculs indiquent un risque de rupture non négligeable dès la Crue Q70.

Écrans étanches à La Daguenière du Grand Chanay à La Babolle

Sur ce secteur rural en amont de La Daguenière, l'étude de dangers recense une grande partie du linéaire comme très sensible au risque d'érosion interne. Ainsi, le niveau de sûreté local de l'ouvrage est Q70.

N'ayant jamais bénéficié de renforcements, la digue présente une largeur assez faible à très faible.

Les rendements et les coûts des techniques actuelles d'écrans étanches par mélange en place rendent envisageable un traitement complet de ce secteur par écrans étanches plutôt que le traitement prévu au Plan Loire Grandeur Nature III consistant en des reprises de talus.

Renforcement du talus côté Val à La Daguenière – La Boette

Dans la traversée de La Daguenière, la RD 952 et la route communale agissent comme une double-digue. Compte-tenu de ce fait, la partie située entre le carrefour giratoire jonction des deux digues et la levée de Belle-Poule représente une zone de fragilité naturelle.

De plus, comme relevé dans l'étude de dangers, le secteur est concerné par une végétation ligneuse généralisée.

Les travaux comportent l'adoucissement du talus, la mise en œuvre d'un massif drainant filtrant en pied de digue et la création d'un chemin de service.

Les études liées au Plan Loire III préconisaient des pentes de talus côté val de 1/2,5H. Les réflexions les plus récentes sur le risque d'érosion interne préconisent désormais des pentes à 1/3H.

Le projet respectera cette préconisation dans la mesure des emprises disponibles en pied de digue.

Le secteur étant éloignés des zones urbanisées, les travaux de reprise de talus offrent une bonne opportunité pour prévoir la pose d'un grillage anti-fouisseurs.

e) Description synthétique des travaux

Écrans étanches de La Papinerie à la limite de commune avec La Daguenière, à Port à Soyer et du Grand Chanay à La Babolle à La Bohalle et à La Daguenière

Le premier secteur présente quelques bâtiments encastrés ou proches du pied de digue.

Le deuxième secteur, entrée Est de La Daguenière, présente plusieurs bâtiments encastrés ou proches du pied de digue.

La solution envisagée est la réalisation d'écrans étanches permettant d'empêcher les écoulements potentiels au travers de la digue limitant ainsi le risque d'érosion interne.

Le linéaire est estimé en première approche à 610 m pour les écrans situés de La Papinerie à la limite de commune avec La Daguenière, 750 m pour ceux situés du Grand Chanay à La Babolle et 480 m pour ceux situés à Port à Soyer.

L'écran étanche rendant quasi-nul le risque d'érosion interne, les travaux doivent permettre de remonter localement le niveau de sûreté au niveau de protection apparent.

Renforcement du talus côté Val – La Boette – la Daguinière

Le projet consiste en la reprise complète du talus coté Val, à l'instar des linéaires importants traités durant le Plan Loire dans le Maine-et-Loire. Les travaux comportent donc, l'adoucissement du talus, la mise en œuvre d'un massif drainant en pied de digue et la création d'un chemin de service.

Les études liées au Plan Loire III préconisaient des pentes de talus côté val de 1/2,5H. Les réflexions les plus récentes sur le risque d'érosion interne préconisent désormais des pentes à 1/3H.

Le projet respectera cette préconisation dans la mesure des emprises disponibles en pied de digue.

Le secteur étant éloignés des zones urbanisées, les travaux de reprise de talus offrent une bonne opportunité pour prévoir la pose d'un grillage anti-fouisseurs.

4.3.6 – Accessibilité à l’ouvrage – Saumur – Saint-Martin-de-la-Place

a) Plan de situation des travaux

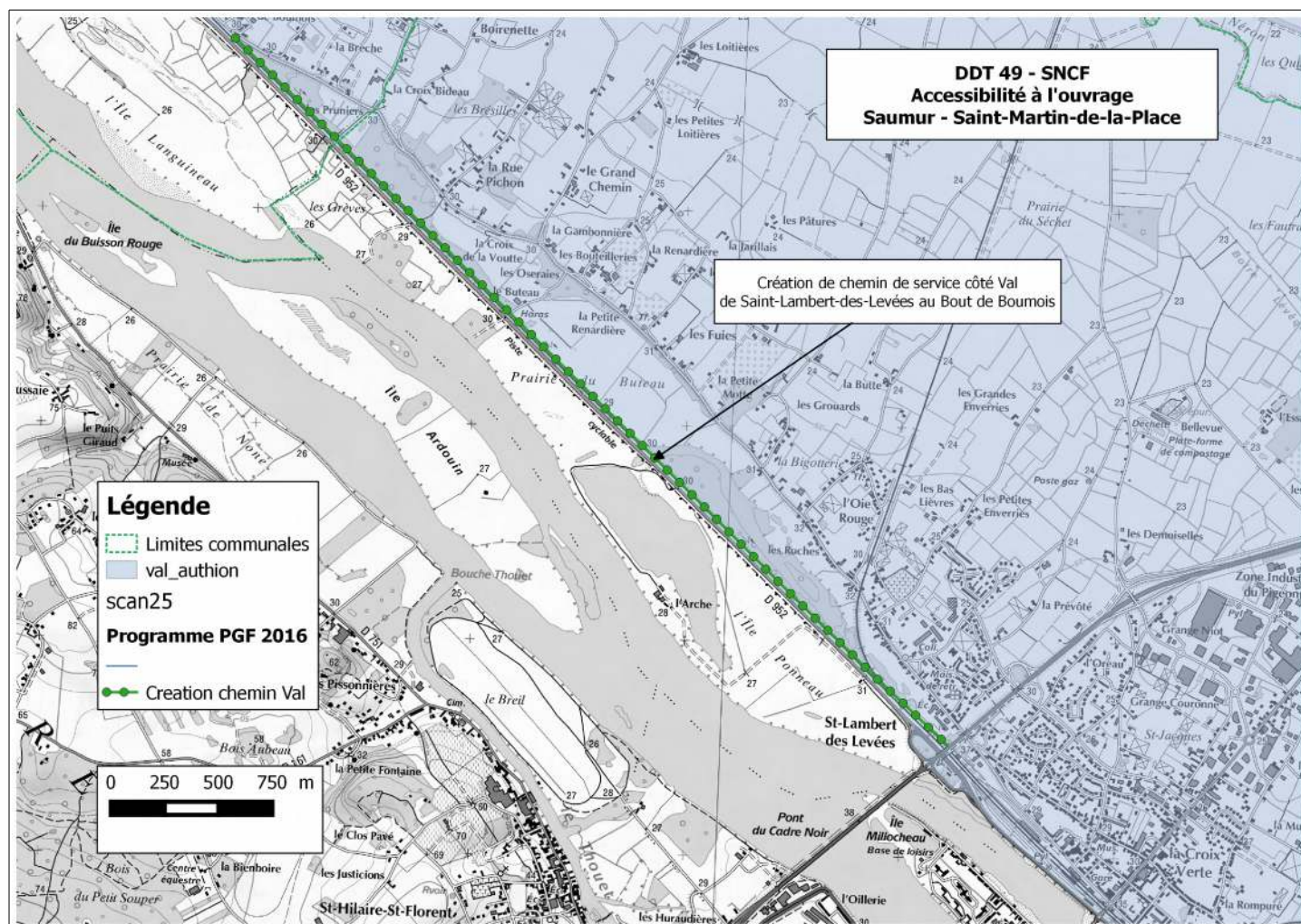


Figure 50 : Plan de situation : Accessibilité à l’ouvrage – Saumur – Saint-Martin-de-la-Place

b) Estimation sommaire des travaux

Opération de priorité 1				
Localisation des actions	Priorité des actions	Descriptif des actions	Linéaire des actions	Estimation des actions
Saumur Saint-Martin-de-la-Place De Saint-Lambert-des-levées au Bout de Boumois	1	Création de chemin de service côté val	4 600 m	1 500 000 €
Total opération			1 500 000 €	

Figure 51 : Estimation sommaire des travaux : Accessibilité à l’ouvrage – Saumur – Saint-Martin-de-la-Place

c) Planning prévisionnel des travaux

Action	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022							
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4				
Saumur - Saint-Martin-de-la-Place – de Saint-Lambert-des-Levés au Bout de Boumois – Création de chemin de service côté Val																																

Légende	Consultation maîtrise d'œuvre
	Études préliminaires des opérations de travaux (jusqu'à AVP)
	Préparation de marché (PRO, DCE, Analyse, Notification)
	Travaux de renforcement des talus des digues

Figure 52 : Planning prévisionnel des travaux : Accessibilité à l'ouvrage – Saumur – Saint-Martin-de-la-Place

d) Justification de l'opération

Création de chemins de service côté val à Saumur et Saint-Martin-de-la-Place au niveau de la digue mixte DDT 49 / SNCF

Du pont du Cadre Noir à Saumur au Bout de Boumois à Saint-Martin-de-la-Place, la digue sert d'assiette à la RD 952 côté Loire et à la voie ferrée Tours – Angers côté Val.

Compte-tenu de ce fait, la géométrie générale de la digue est satisfaisante et celle-ci n'est pas soumise ni au risque d'instabilité ni au risque d'érosion interne.

Toutefois, le talus côté val, propriété de SNCF réseau, est envahi par une végétation ligneuse généralisée rendant l'accès à l'ouvrage très difficile.

Il est donc préconisé la création d'un chemin côté val d'une longueur de 4 600 m.

e) Description synthétique des travaux

Création de chemins de service côté val à Saumur et Saint-Martin-de-la-Place au niveau de la digue mixte DDT 49 / SNCF

En concertation avec la SNCF, le secteur doit être déboisé (abattage et dessouchage) et être doté d'un chemin de service pérenne.

4.3.7 – Acquisitions foncières – Déboisement – Création de chemins de service côté Loire

a) Justification de l'opération

Acquisitions foncières côté Loire et compléments éventuels côté Val

L'étude de dangers pointe qu'environ 15 km de digues ne disposent pas actuellement de chemins de service côté val, ce qui est préjudiciable pour l'accessibilité à l'ouvrage et à sa surveillance.

La création de ces chemins de service nécessite des préalables tels les acquisitions foncières, le déboisement et le traitement éventuel des boires en pied d'ouvrage. Ces préalables font que ces opérations, sauf opportunités foncières sont difficilement envisageables dans le cadre du plan Loire IV.

Il existe de même quelques secteurs côté val ne disposant pas de chemins de service. Les mêmes dispositions seront prises pour ces secteurs.

Déboisement des zones acquises

Un des préalables à la création de chemins de service est la suppression de la végétation ligneuse et du système racinaire.

Un relevé précis de la végétation ligneuse doit être complété par un relevé de la position de cette végétation sur la digue.

Il est proposé de retenir un ordre de grandeur de 5 m à partir du pied de digue pour les opérations de déboisements.

Création de chemins côté Loire, y compris reprise des talus

La solution envisagée est la réhabilitation des emprises existantes en chemins de service possédant une structure et une couche de roulement les rendant carrossables toute l'année.

Le linéaire à traiter peut facilement être décomposé en plusieurs tronçons dans le cadre d'une programmation pluriannuelle.

b) Description synthétique des études et travaux

Acquisitions foncières côté Loire et compléments éventuels côté Val

Un relevé complet de l'ensemble des propriétaires des futures emprises des chemins de service côté Loire comme côté val sera effectué.

Ce relevé permettra selon le statut du propriétaire (collectivité ou particulier) de programmer les différentes négociations à mener.

Déboisement des zones acquises

Il convient de bien signaler qu'il s'agit de retirer les souches en enlevant un maximum de racines présentes dans la digue. En tout état de cause, les pratiques forestières consistant à broyer le « cœur » de la souche en place n'est pas une solution acceptable.

De même, une fois la souche retirée, les opérations doivent prévoir un matériau de comblement adapté au contexte. Les chablis côté Loire seront comblés avec des matériaux peu perméables (matériaux argileux, limoneux, ...) et les chablis côté val seront comblés avec des matériaux perméables, peu sujets à l'érosion interne (sols sableux drainants).

Création de chemins côté Loire, y compris reprise des talus

Ces travaux comportent le décapage de la terre végétale sur l'emprise, la pose d'un géotextile anti-contaminant, la mise en œuvre d'une couche de calcaire grossier (type 80/150) sur 30 cm environ et la mise en œuvre d'une couche de roulement (GNT 0/20) en finition.

Selon le cas, les travaux peuvent également comprendre tant côté Loire que côté Val la reprise des talus.

En ce qui concerne les secteurs éloignés des zones urbanisées, les travaux de reprise de talus offrent une bonne opportunité pour prévoir la pose d'un grillage anti-fouisseurs.

c) Estimation sommaire des études et travaux

Opération de priorité 1				
Localisation des actions	Priorité des actions	Descriptif des actions	Linéaire des actions	Estimation des actions
Ensemble du département du Maine-et-Loire	1	Acquisitions foncières côté Loire et compléments éventuels côté Val	À définir	165 000 €
Ensemble du département du Maine-et-Loire	1	Déboisement des zones acquises	À définir	165 000 €
Ensemble du département du Maine-et-Loire		Création de chemins côté Loire, y compris reprise des talus	À définir	170 000 €
Total opération			500 000 €	

Figure 53 : Estimation sommaire des travaux : Acquisitions foncières – Déboisement – Création de chemin côté Loire

d) Planning prévisionnel des études et travaux

Action	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Ensemble du département du Maine-et-Loire – Acquisitions foncières côté Loire et compléments éventuels côté Val																												
Ensemble du département du Maine-et-Loire – Déboisement des zones acquises																												
Ensemble du département du Maine-et-Loire – Création de chemins côté Loire, y compris reprise des talus																												

Légende		Opérations d'études
----------------	--	---------------------

Figure 54 : Planning prévisionnel : Acquisitions foncières – Déboisement – Création de chemin côté Loire

4.3.8 – Connaissance des phénomènes d'érosion interne liés aux rideaux de palplanches – connaissance de l'hydrologie de la Loire et de ses affluents

a) Justification de l'opération

Connaissance des phénomènes d'érosion interne liés aux rideaux de palplanches

Comme précisé dans l'historique des travaux réalisés dans le département du Maine-et-Loire, des écrans étanches par mise en place de palplanches ont été mis en œuvre entre 2006 et 2010 sur un linéaire total de 11 150 m.

Ces travaux ont été mis en œuvre dans les secteurs où les élargissements étaient impossibles du fait de la présence de bâtiments encastrés ou à proximité immédiate de la levée,

Néanmoins, l'étude de dangers pointe le risque représenté par les discontinuités dans les rideaux de palplanches. En effet, en cours de chantier, il est fréquent de rencontrer des refus de fonçage, les palplanches ne peuvent plus être enfoncées à la cote prévue. On peut se retrouver dans la situation où le rideau est discontinu sur quelques palplanches.

Cette situation peut être une source de dangers. Les battements de la nappe phréatique sont freinés par le rideau. L'eau trouve alors dans la discontinuité dite « dent creuse », un cheminement préférentiel dans lequel elle aura du fait de l'obstacle une vitesse supérieure à la situation naturelle.

Cet événement est susceptible d'entraîner les matériaux de sol et d'initier un phénomène d'érosion interne localisé.

Ce phénomène peut se produire à chaque variation du niveau de la Loire soit plusieurs fois par an et donc peut préfigurer une érosion interne de la levée lors d'une crue plus rare puisque le rideau a été installé justement pour contrarier ce phénomène.

La profondeur du rideau est variable et certaines variations ont été réalisées sans progressivité. Il existe donc des discontinuités dans le rideau qui peuvent aussi entraîner des accélérations de la vitesse de l'eau dans le sol à l'instar des « dents creuses ».

Connaissance de l'hydrologie de la Loire et de ses affluents

L'hydrologie de la Loire au niveau du val d'Authion est fortement influencée par les affluents majeurs qu'elle reçoit, les premiers depuis le Bec d'Allier.

On note que sur la partie amont du val d'Authion, le cours de la Loire est marqué par la confluence, en rive opposée, de trois affluents importants.

Ainsi, la Loire reçoit successivement les eaux du Cher (9 km en amont du début du val), de l'Indre (PK 16) et de la Vienne (PK 25).

L'Étude de dangers montre que l'hydrologie de la Loire est relativement bien connue en ce qui concerne les événements des XIX^e et XX^e siècles.

Ce n'est toutefois pas le cas pour des périodes plus anciennes. Or il semble que des événements plus intenses se soient produits. Les niveaux des repères de crues connus peuvent laisser penser que les crues du XIX^e siècle sont les plus fortes.

Néanmoins, ces niveaux sont directement liés à la hauteur des digues au moment de la crue. Comme celles-ci ont toujours été relevées après chaque événement, ces repères ne sont sans doute pas tous représentatifs des plus fortes crues historiques.

En ce qui concerne les principaux affluents, notamment le Cher et surtout la Vienne, l'hydrologie est encore moins bien connue.

b) Description synthétique des études

Connaissance des phénomènes d'érosion interne liés aux rideaux de palplanches

Il convient de faire un recensement exhaustif des cas de discontinuité des rideaux de palplanches, d'étudier le risque pour chaque cas et, si les résultats sont positifs, entreprendre les travaux nécessaires pour remédier aux défauts.

Il convient donc de lancer une étude sur les discontinuités des rideaux de palplanches (recensement des singularités du voile, étude au cas par cas et préconisations de travaux).

Connaissance de l'hydrologie de la Loire et de ses affluents

Pour pouvoir répondre aux interrogations liées à l'incidence hydrologique des affluents de la Loire, il est nécessaire de procéder au lancement d'une étude sur l'hydrologie des crues fortes et anciennes de la Loire, du Cher et de la Vienne.

c) Estimation sommaire des études

Opération de priorité 2				
Localisation des actions	Priorité des actions	Descriptif des actions	Linéaire des actions	Estimation des actions
Ensemble du département du Maine-et-Loire	1	Connaissance des phénomènes d'érosion interne liés aux rideaux de palplanches	À l'emplacement des zones de palplanches	250 000 €
Ensemble du département du Maine-et-Loire	1	Connaissance de l'hydrologie de la Loire et de ses affluents	Ensemble du val	250 000 €
Total opération				500 000 €

Figure 55 : Estimation sommaire des travaux : Connaissance des phénomènes d'érosion interne liés aux palplanches – Connaissance de l'hydrologie de la Loire et de ses affluents – Ensemble du département du Maine-et-Loire

d) Planning prévisionnel des études

Action	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022							
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4				
Ensemble du département du Maine-et-Loire – Connaissance des phénomènes d'érosion interne liés aux palplanches																																
Ensemble du département du Maine-et-Loire – Connaissance de l'hydrologie de la Loire et de ses affluents																																

Légende Opérations d'études

Figure 56 : Planning prévisionnel : Connaissance des phénomènes d'érosion interne liés aux palplanches – Connaissance de l'hydrologie de la Loire et de ses affluents – Ensemble du département du Maine-et-Loire

4.4 – Indre-et-Loire – Maine-et-Loire – Gestion des surverses

a) Justification de l'opération

L'étude de dangers met en évidence que le fonctionnement du système d'endiguement de l'Authion peut être qualifié d'« anormal ». En effet, il n'existe actuellement aucun système de gestion des surverses, ce qui rend très probable la rupture de la levée lorsque le niveau de la crête est dépassé.

Des travaux doivent permettre de mettre en place un système de gestion des surverses sur la digue de l'Authion afin de « maîtriser » les entrées d'eau dans le val, pour des événements de débit supérieur au niveau de protection apparent actuel (T170).

Les travaux à mettre en œuvre dans le cadre de la gestion des surverses ne sont pas arrêtés.

En effet, leur définition devra faire l'objet d'une réflexion concertée et partagée entre les propriétaires des levées et les collectivités locales.

Dans la mesure où ces dernières assurent la compétence d'aménagement du territoire et la compétence « gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations », il est indispensable qu'elles participent à la prise de décision sur le système de protection.

Il est donc nécessaire de lancer l'étude et la concertation pour adapter le système d'endiguement aux surverses.

b) Estimation sommaire des études

Opération de priorité 1				
Localisation des actions	Priorité des actions	Descriptif des actions	Linéaire des actions	Estimation des actions
Ensemble du Val d'Authion département d'Indre-et-Loire département du Maine-et-Loire	1	Gestion des surverses		1 000 000 € pour les deux départements
Total opération			1 000 000 €	

Figure 57 : Estimation sommaire des études : Gestion des surverses

c) Planning prévisionnel des études

Action	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022							
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4				
Ensemble du Va d'Authion – département d'Indre-et-Loire – département du Maine-et-Loire – Gestion de la surverse																																
Légende	Opérations d'études																															

Figure 58 : Planning prévisionnel des études : Gestion des surverses

5. Actualisation de l'étude de dangers

5.1 – Actions prévues dans l'étude de dangers et traitées dans le cadre du projet global

Les chapitres concernant les renforcements de pied de digue, le renforcement des levées côté val en contexte rural, le renforcement des levées côté Loire avec franc bord, la fiabilisation du corps de digue par écran étanche et la connaissance des ouvrages reprennent les conclusions du chapitre 9 « Étude de réduction des risques » de l'étude de dangers des levées de Loire du Val d'Authion.

Ces conclusions ont été traduites en actions qui ont fait l'objet d'une synthèse pour constituer des opérations globales cohérentes d'un point de vue géographique, de réduction du risque et économique.

5.2 – Chapitres de l'étude de dangers concernés par une actualisation suite à la mise en œuvre du programme de fiabilisation

Après la mise en œuvre du projet global de fiabilisation permettant de répondre aux mesures de réduction du risque prescrites par l'étude de dangers, une mise à jour de l'étude de dangers peut être réalisée par chapitre comme indiqué dans le tableau suivant.

Chapitre concerné de l'EDD	Nom des chapitres	Mise à jour de l'étude de dangers après mise en œuvre du projet global de fiabilisation
0	Résumé non technique	Modifications apportées selon les modifications apportées aux autres chapitres
1	Renseignements administratifs	Pas de mise à jour à apporter
2	Objet de l'étude	Pas de mise à jour à apporter
3	Analyse fonctionnelle de l'ouvrage et de son environnement	L'analyse fonctionnelle peut être reprise à différents niveaux, en lien avec la notion de granularité avancée par l'IRSTEA dans sa méthodologie de réalisation des études de dangers. Chapitres à mettre à jour : Niveaux de protection apparents des levées (3.1.3.3) Historique des phases de travaux (3.1.5.1) Principales caractéristiques externes des levées (3.1.5.2) Profils en travers types des levées et fondation (3.1.5.3) Désordres constatés (3.1.5.4), en prenant également en compte la dernière VTA de 2015 Exploitation des données topographiques (3.2.4.2) après la mise en œuvre de l'opération « relevés topographiques »

Chapitre concerné de l'EDD	Nom des chapitres	Mise à jour de l'étude de dangers après mise en œuvre du projet global de fiabilisation
4	Présentation de la politique de prévention des accidents majeurs et du système de gestion de la sécurité	<p>Gestionnaire du tronçon « voie ferrée » dans le Maine-et-Loire à préciser</p> <p>Mise en œuvre du programme de fiabilisation pouvant amener les gestionnaires à mettre à jour leurs consignes écrites (4.2.1, 4.2.2 et 4.2.3) ainsi que la surveillance (4.3.1, 4.3.2 et 4.3.3)</p> <p>Composition du dossier d'ouvrage (4.8) dans l'Indre-et-Loire à préciser, selon l'état d'avancement de la décontamination des archives.</p>
5	Identification et caractérisation des potentiels de dangers	Pas de mise à jour à apporter
6	Caractérisation des aléas naturels	Pas de mise à jour à apporter
7	Étude accidentologique et retour d'expérience	Pas de modification à apporter
8	Identification et caractérisation des risques	<p>Chapitres à mettre à jour :</p> <p>Mode ou circonstances de défaillance, tableau de rupture par défaut de stabilité, par érosion interne, par érosion externe (8.2.1.1, 8.2.1.2 et 8.2.1.4) à mettre à jour après la mise en œuvre des opérations de renforcement ou de fiabilisation</p> <p>Rupture par surverse (8.2.1.3) après la mise en œuvre de l'opération « gestion de la surverse »</p> <p>Principales causes des défaillances (8.2.2) à mettre à jour après la mise en œuvre des opérations de renforcement ou de fiabilisation et en fonction des actions mises en œuvre en régie par les gestionnaires (traitement des bâtiments encastés en ruine, traitement de végétation ligneuse ...)</p> <p>Niveaux de sûreté (8.2.3)</p> <p>Estimation du risque d'inondation par défaillance du système d'endiguement (8.3)</p>
9	Étude de réduction des risques	À mettre à jour en fonction des modifications apportées aux autres chapitres et en fonction de l'état d'avancement de la mise en œuvre des opérations prévues au PLGN IV.

Figure 59 : Principe d'actualisation des chapitres de l'étude de dangers des levées de Loire du Val d'Authion

5.3 – Actualisation du chapitre 8 de l'étude de dangers

Cette partie vise à montrer l'impact des travaux prévus dans le présent projet global de fiabilisation sur les probabilités de défaillance des systèmes de protection du Val d'Authion.

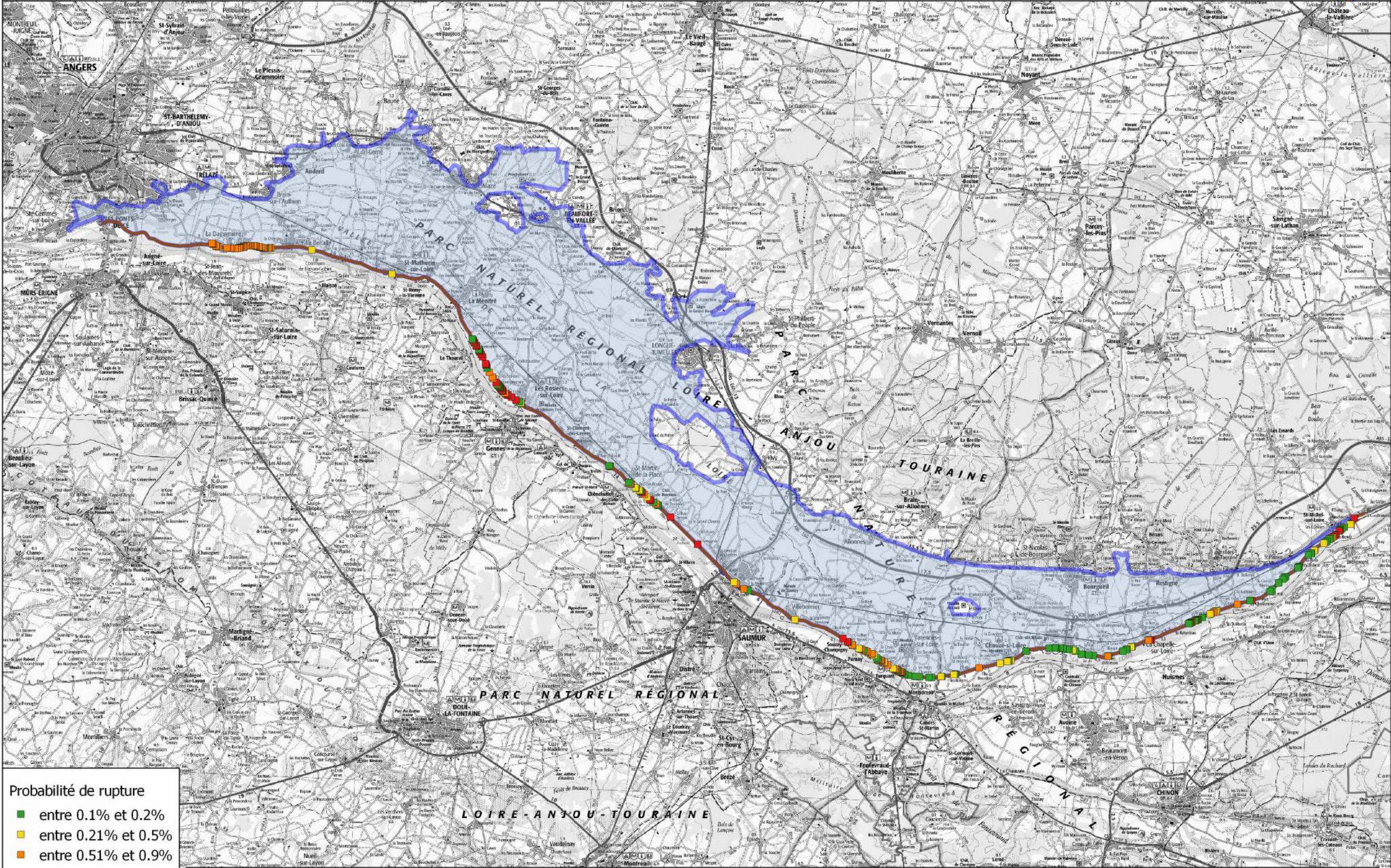
La méthode repose sur la mise à jour de l'outil de calcul de l'aléa de rupture de digue (CARDigue), utilisé dans l'étude de dangers des levées de Loire du Val d'Authion – classe A [1].

Les zones de fragilités présentent une probabilité de rupture qui ne peut plus être considérée comme négligeable pour le niveau de protection apparent du tronçon concerné.

Les cartes situées dans les pages suivantes présentent l'évolution des zones de fragilité des systèmes d'endiguement entre l'état actuel et après la réalisation des travaux de restauration prévus dans le projet global de fiabilisation.

Afin d'assurer une continuité dans la lecture la méthode de représentation reprend celle adoptée dans l'étude de dangers [1] (chapitre 8,2,1,5 Rupture des levées du Val d'Authion tous modes confondus – carte 94 : carte des probabilités de rupture annuelle tous modes de rupture confondus).

Probabilité annuelle de rupture tous modes confondus avant travaux du PGF

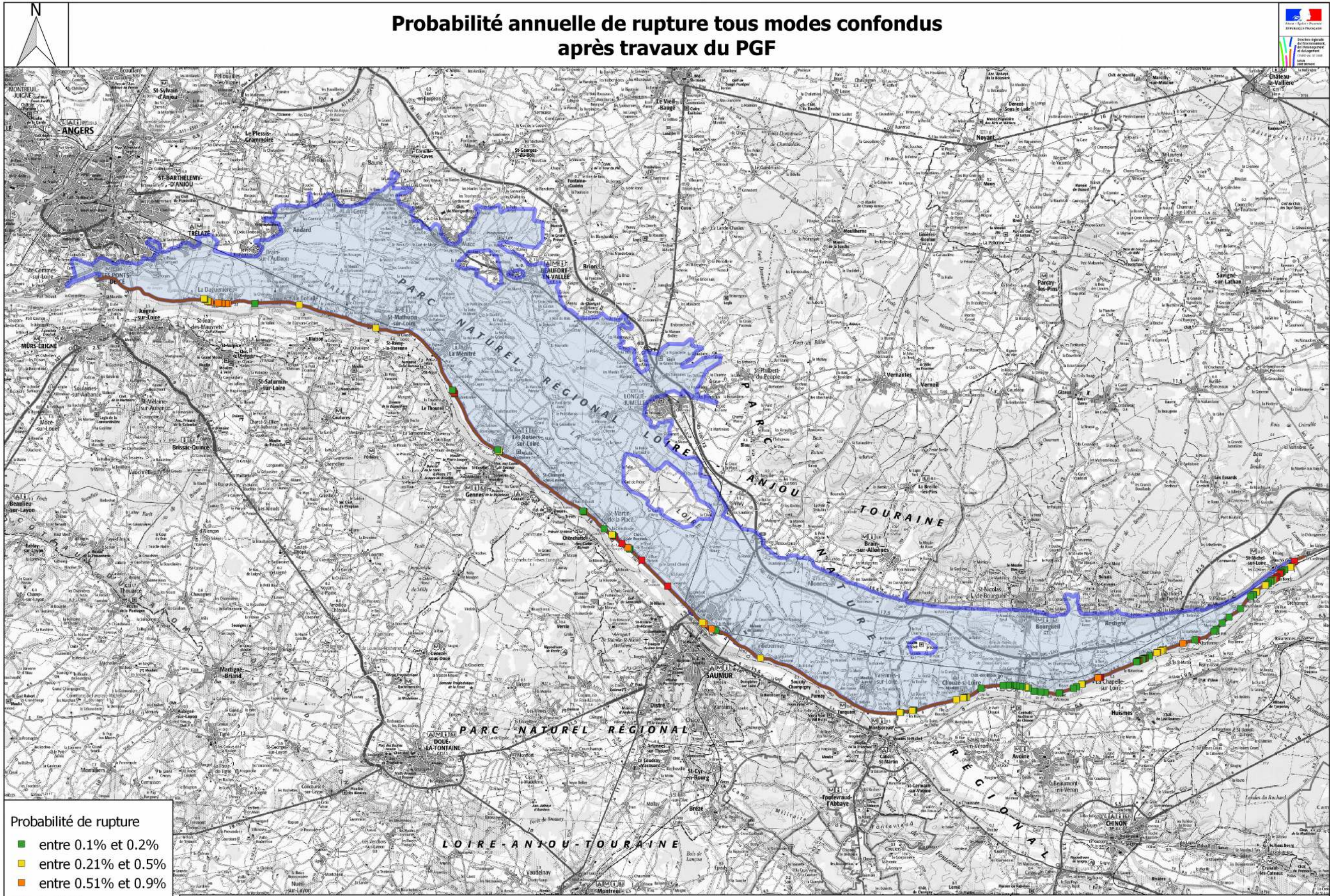


- Probabilité de rupture
- entre 0.1% et 0.2%
 - entre 0.21% et 0.5%
 - entre 0.51% et 0.9%
 - > 0.9%
 - ▭ val d'authion

Sources : DREAL Centre-Val de Loire \ DETL
Juillet 2016



Probabilité annuelle de rupture tous modes confondus après travaux du PGF



- Probabilité de rupture
- entre 0.1% et 0.2%
 - entre 0.21% et 0.5%
 - entre 0.51% et 0.9%
 - > 0.9%
 - val d'authion

Sources : DREAL Centre-Val de Loire \ DETL
Juillet 2016



6. Enjeux et instructions réglementaires

6.1 – Généralités

Les opérations menant à la réalisation de travaux dans le cadre du plan Loire 2015-2020 peuvent faire l'objet d'une procédure d'autorisation réglementaire préalablement à la mise en chantier.

Le tableau synthétique ci-après récapitule les différentes procédures qui pourraient s'imposer aux opérations de travaux du programme.

Zonages et procédures	Délais d'obtention d'autorisation
Loi sur l'eau	Avis des services : 6 mois – Enquête publique : 1 mois – Avis du Préfet : 5 mois
Loi sur l'Eau – Sécurité des ouvrages hydrauliques + modification substantielle	6 mois à 1 an
Loi sur l'Eau – Étude d'impact	Avis : 3 mois – Enquête publique : 2 mois
Loi sur l'Eau – Incidences Natura 2000	Compris dans l'arrêté Loi sur l'Eau
Arrêté de biotope	Réunion de la Commission départementale de la nature des sites et des paysages
Site naturel classé	Autorisation 4 mois + Commission départementale de la nature des sites et des paysages
Site naturel inscrit	Déclaration 4 mois avant travaux
Périmètre monument historique - ZPPAUP	Autorisation du Maire + Avis Architecte des Bâtiments de France : 1 mois
Archéologie préventive	Demande de la DRAC – Prescription fouilles : 21 jours – Réalisation fouilles : 3 mois
Labellisation Plan de Submersion Rapide (PSR)	2 mois

Les éléments justificatifs des procédures identifiées sont exposés à la suite.

6.2 – Environnement – sécurité des ouvrages hydrauliques

6.2.1 – Loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA)

Les opérations de travaux présentées dans le projet global sont soumises aux procédures suivantes :

- Les travaux de renforcement de pied de levée feront l'objet d'une instruction réglementaire de type élaboration d'un dossier d'incidence, conformément à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou déclaration en application des articles L.214-1 à L214-6 du code de l'environnement.
- Les travaux de réalisation d'écrans étanches dans le corps de digue ainsi que les travaux de renforcement de la digue (côté Loire ou côté Val) sont également soumis à la loi sur l'eau et les milieux aquatiques au titre de la sécurité des ouvrages hydrauliques, rubrique 3.2.6.

6.2.2 – Étude d'impact

Le projet global de fiabilisation du val d'Authion n'est pas concerné par la procédure d'étude d'impact au titre des articles R.122-1 à R.122-2 du code de l'environnement, puisqu'il concerne des opérations de travaux à l'intérieur d'un ouvrage existant (grosse réparation).

6.2.3 – Incidences Natura 2000

Le val d'Authion est concerné par plusieurs sites Natura 2000 :

- La zone de protection spéciale « Vallée de la Loire d'Indre-et-Loire » (FR2410012) concernant le département d'Indre-et-Loire,
- La zone de protection spéciale « Vallée de la Loire de Nantes aux Ponts-de-Cé et ses annexes » (FR5212002) concernant les départements de Maine-et-Loire et de Loire-Atlantique,
- La zone de protection spéciale « Vallée de la Loire des Ponts-de-Cé à Montsoreau » (FR5212003) concernant le département de Maine-et-Loire,
- Le site d'intérêt communautaire « Vallée de la Loire de Nantes aux Ponts-de-Cé » (FR5200622) concernant les départements de Maine-et-Loire et de Loire-Atlantique,
- Le site d'intérêt communautaire « Vallée de la Loire des Ponts-de-Cé à Montsoreau » (FR5200629) concernant le département de Maine-et-Loire,
- Le site d'intérêt communautaire « Cave Prieur et Cave du Château (Cunault) » (FR5200636) concernant le département de Maine-et-Loire,
- Le site d'intérêt communautaire « La Loire de Candès-Saint-Martin à Mosnes » (FR2400548) concernant le département d'Indre-et-Loire.

Ces sept sites concernent essentiellement le domaine public fluvial de la Loire.

La zone de protection spéciale « Vallée de la Loire d'Indre-et-Loire » située dans le département d'Indre-et-Loire, est cependant en partie comprise dans le val aux lieux-dits « La Baillie des Chênaies » et « La Forêt » sur les communes de Bourgueil et Saint-Nicolas-de-Bourgueil.

Pour les travaux circonscrits à l'emprise de la levée, les incidences attendues sont non-significatives. Les éventuelles incidences des travaux seront étudiées plus en détail dans le cas de travaux s'étendant dans l'emprise du site, en particulier sur le domaine public fluvial (renforcement de pieds de levées, aménagement de pistes d'accès ou itinéraires provisoires de substitution « Loire à vélo », travaux au droit de canalisation traversantes ...).

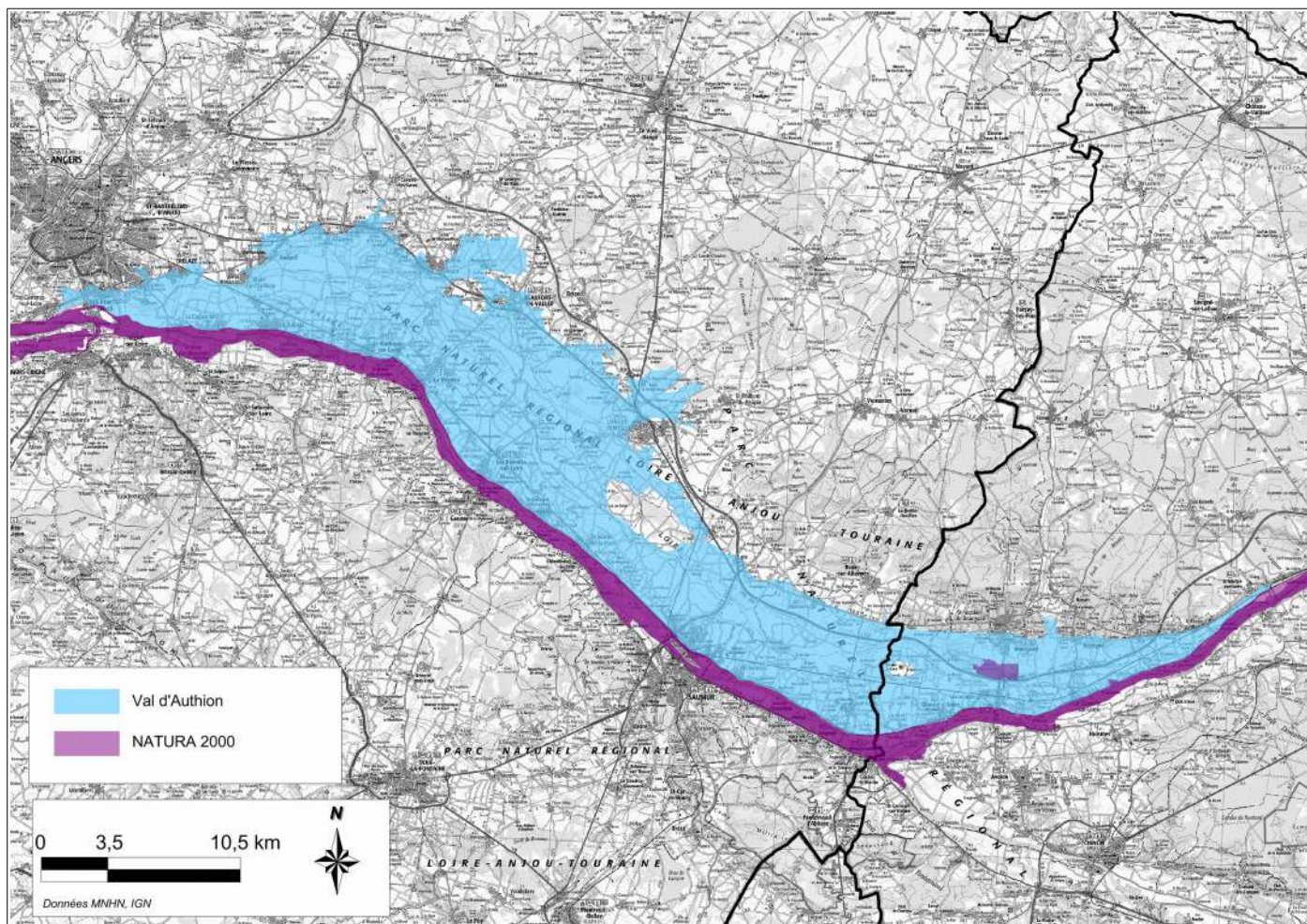


Figure 60 : Zones Natura 2000

6.2.4 – Arrêté de protection de biotope

Le Val d'Aauthion est concerné par les arrêtés de protection de biotope suivants :

- Arrêté du 28 février 1983 « Île Garaud » à Saint-Patrice, surface : 6 ha, département d'Indre-et-Loire,
- Arrêté du 2 avril 2013 « Grèves de la Loire de La Daguenière au Thoureil, surface : 927 ha, communes concernées : Blaison-Saint-Sulpice, Gennes-Val-de-Loire, La Ménitré, Les Ponts-de-Cé, Les Rosiers-sur-Loire, Saint-Jean-des-Mauvrets, Loire-Authion, Saint-Rémy-la-Varennes et Saint-Saturnin-sur-Loire, département de Maine-et-Loire,
- Arrêté du 2 avril 2013 « Grèves de la Loire de Saumur à Montsoreau », surface : 504,77 ha, communes concernées : Montsoreau, Parnay, Saumur, Souzay-Champigny, Turquant, Varennes-sur-Loire et Villebrenier, département de Maine-et-Loire.

Dans l'hypothèse où les travaux projetés dans ces secteurs concerneraient le corps ou les abords immédiats de la digue, aucune autorisation particulière ne serait nécessaire.

Dans l'hypothèse où la zone de travaux serait ponctuellement étendue au domaine public fluvial, une autorisation préfectorale après avis de la commission départementale de la nature, des paysages et des sites serait nécessaire.

6.2.5 – Réserve naturelle

Les travaux envisagés dans l'Indre-et-Loire et dans le Maine-et-Loire ne se trouvent pas dans le périmètre d'une réserve naturelle.

6.2.6 – Espèces protégées

Pour la flore, une vérification de l'absence d'espèces protégées est faite avant travaux, par consultation de la délégation régionale du Conservatoire botanique national du Bassin parisien (CBNBP).

Pour ce qui concerne la faune, les bureaux d'études environnement missionnés dans le cadre des études environnementales sont sollicités pour avis sur les mesures de précaution à envisager.

6.2.7 – Autres zonages à prendre en compte

Les travaux à réaliser devront prendre en compte les autres zonages suivants :

- Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique, floristique (ZNIEFF).

Le domaine public fluvial de la Loire de Langeais aux Ponts-de-Cé est couvert par les ZNIEFF suivantes :

- ✓ ZNIEFF de type 1 « Marais de l'Authion à Andard »,
- ✓ ZNIEFF de type 1 « Lit mineur, berges et îles de Loire entre les Ponts-de-Cé et Mauves-sur-Loire »,
- ✓ ZNIEFF de type 1 « Lit mineur, berges et îles de Loire des Ponts-de-Cé à Montsoireau »,
- ✓ ZNIEFF de type 1 « Îles du Neman »,
- ✓ ZNIEFF de type 1 « Îles de Chouzé »,
- ✓ ZNIEFF de type 1 « Forêt alluviale du Bois Chétif et îles Jean Lelaid »,
- ✓ ZNIEFF de type 2 « Vallée de la Loire à l'amont de Nantes »,
- ✓ ZNIEFF de type 2 « Loire Tourangelle ».

Ces zonages, qui n'ont pas de portée réglementaire, n'intersectent pas les levées.

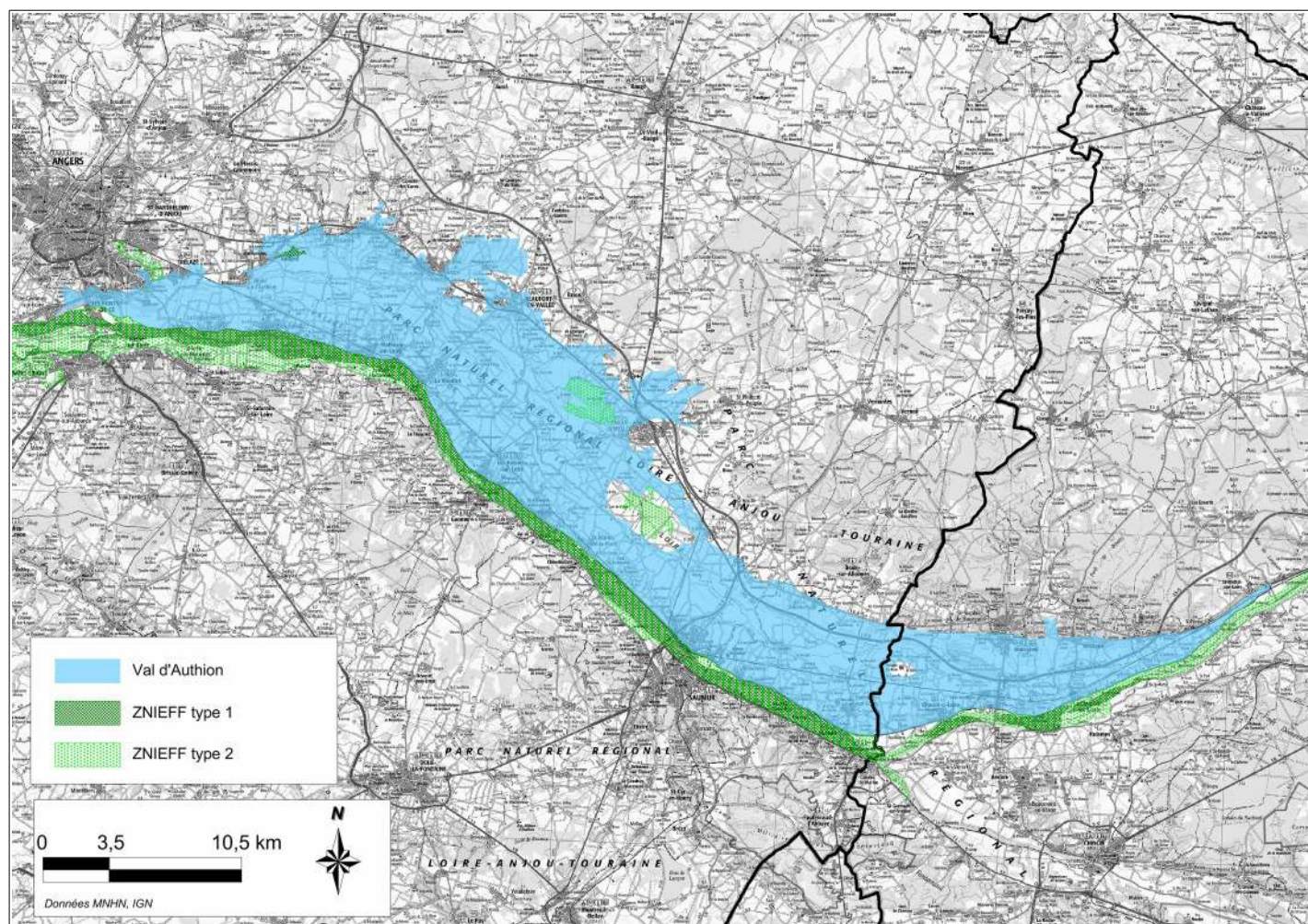


Figure 61 : ZNIEFF

- Schéma régional de cohérence écologique (trames vertes et bleues)

Le schéma régional de cohérence écologique du Centre-Val-de-Loire a été adopté par arrêté du préfet de Région le 16 janvier 2015, après son approbation par le Conseil Régional le 18 décembre 2014.

Le schéma régional de cohérence écologique du Centre-Val-de-Loire a été adopté par arrêté du préfet de Région le 30 octobre 2015, après son approbation par le Conseil Régional le 16 octobre 2015.

6.2.8 – Paysage : Sites classés et inscrits

Rappels réglementaires sites classés

Dans le périmètre d'un site classé, toute modification de l'état ou de l'aspect des lieux est soumise à autorisation spéciale, délivrée selon la nature des travaux soit par le ministre des sites soit par le préfet de département (articles L.341-10, R.341-10 et R.341-12 du code de l'environnement).

L'instruction des travaux, constructions ou installations soumis au régime d'autorisation au titre de la procédure relative aux sites classés comprend également une évaluation des incidences Natura 2000, qui peut se limiter à une évaluation simplifiée dès lors que l'analyse succincte du projet et de ses enjeux démontre l'absence d'incidence (article R.414-21 du code de l'environnement).

On notera également que les effets du classement ne s'appliquent qu'à l'intérieur du périmètre délimitant le site. La réglementation ne prévoit pas pour les sites classés de notion d'abords ni de covisibilité, comme c'est le cas pour les monuments historiques.

Le val d'Authion est concerné par les sites classés suivants :

Nom du site	Date de classement	Commune(s) concernée(s)	Département	Observations
Château de Briace et son parc	14/03/1968	Saumur	49	Situé en rive opposé de la Loire
Les rives de la Loire à Thoureil-Saint-Maur	06/03/2008	La Ménitré, Les-Rosiers-sur-Loire, Saint-Georges-des-Sept-Voies, Saint-Mathurin-sur-Loire, Le Thoureil	49	Rives de la Loire entièrement comprises dans le site classé.

Figure 62 : Sites classés situés en bordure des levées du Val d'Authion

Rappels réglementaires sites inscrits

En site inscrit, les travaux autres que ceux d'exploitation courante et d'entretien normal, sont soumis à déclaration préalable auprès de l'administration dans un délai de quatre mois avant le début des travaux (article L.341-1 du code de l'environnement). Seuls les permis de démolir sont soumis à avis conforme de l'Architecte des Bâtiments de France.

Le val d'Authion est concerné par les sites inscrits suivants :

Nom du site	Date de classement	Commune(s) concernée(s)	Département	Observations
Entrée du bourge de Trèves	10/03/1944	Chênehutte, Trèves, Cunault	49	Situé en rive opposée de la Loire
Place et quartier Saint-Pierre	21/10/1958	Saumur	49	Situé en rive opposée de la Loire
Coteau et rives de la Loire entre Saumur et Montsoreau	13/01/1965	Montsoreau, Parnay, Saumur, Souzay-Champigny, Turquant	49	Situé en rive opposée de la Loire
Vallée de la Loire et village du Thoureil	11/06/2008	La Ménitré, Les Rosiers-sur-Loire, Le Thoureil	49	Situé en rive opposée de la Loire
Confluent de la Loire et de la Vienne	18/10/2000	Candes-Saint-Martin, Couziers, Chouzé-sur-Loire, Saint-Germain-sur-Vienne, Savigny-en-Véron	49	Rives de la Loire entièrement comprises dans le site inscrit.

Figure 63 : Sites inscrits situés en bordure des levées du Val d'Authion

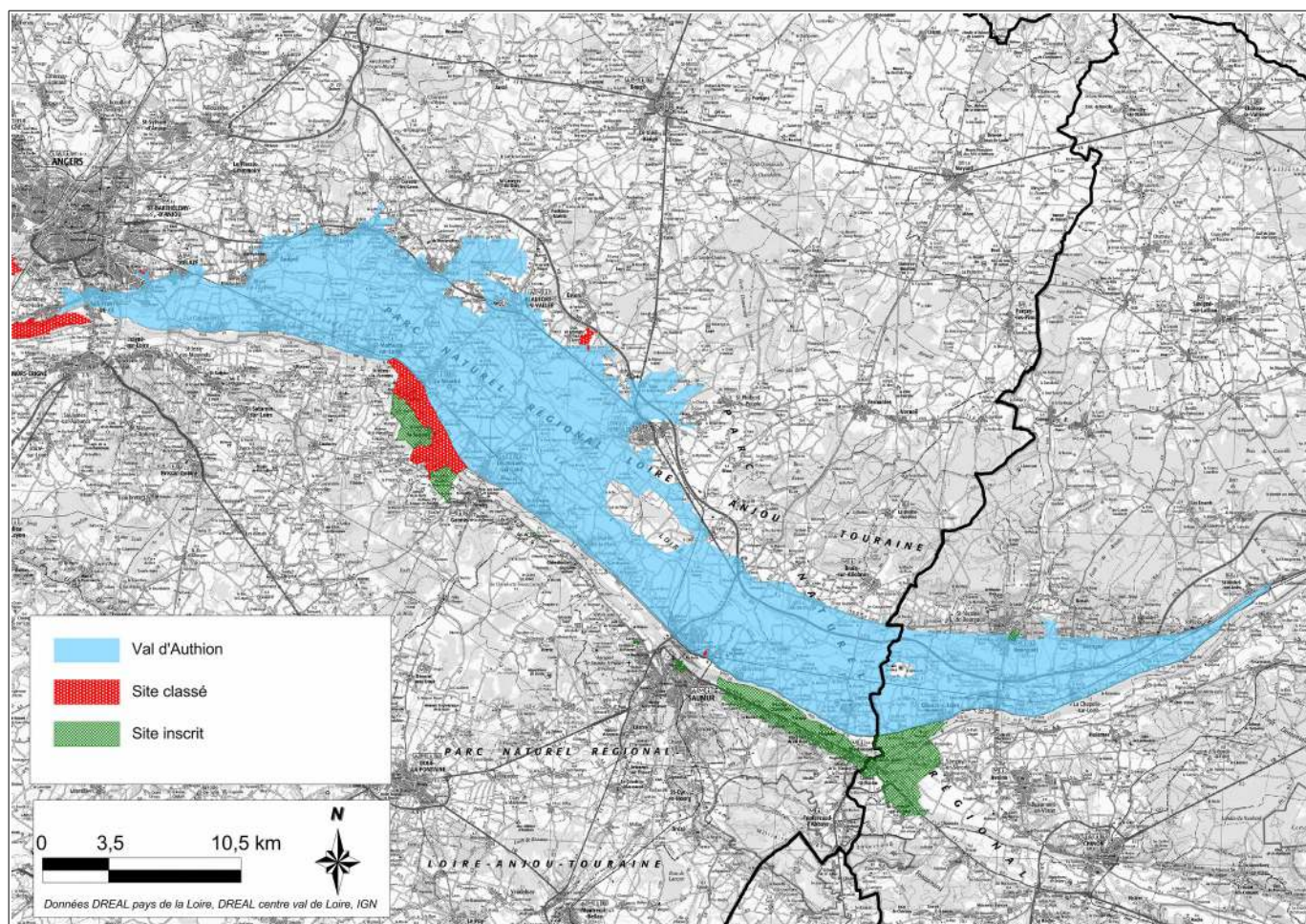


Figure 64 : Sites inscrits

6.3 – Patrimoine

6.3.1 – Monuments historiques

Ci-après la liste des monuments historiques situés entre Les Ponts-de-Cé et Langeais dont le périmètre de protection intersecte les levées de la Loire.

Dénomination de l'immeuble protégé	Type de protection	Commune	Département
Église Saint-Aubin	Classé	Les Ponts-de-Cé	Maine-et-Loire
Château	Classé	Les Ponts-de-Cé	Maine-et-Loire
Église	Inscrit	La Bohalle	Maine-et-Loire
Église paroissiale	Inscrit	Saint-Mathurin-sur-Loire	Maine-et-Loire
Maison dite de l'Ecce Homo	Inscrit	Saint-Mathurin-sur-Loire	Maine-et-Loire
Maison dite Porte de la Vallée	Inscrit	Les-Rosiers-sur-Loire	Maine-et-Loire
Église	Classé / Inscrit	Les-Rosiers-sur-Loire	Maine-et-Loire
Presbytère	Inscrit	Les-Rosiers-sur-Loire	Maine-et-Loire

Dénomination de l'immeuble protégé	Type de protection	Commune	Département
Moulin à vent des Basses Terres	Inscrit	Les-Rosiers-sur-Loire	Maine-et-Loire
Église	Inscrit	Saint-Clément-des-levées	Maine-et-Loire
Église (clocher)	Inscrit	Saint-Martin-de-la-Place	Maine-et-Loire
Château de Boumois	Classé	Saint-Martin-de-la-Place	Maine-et-Loire
Prieuré de la Madeleine de Boumois (chapelle)	Inscrit	Saint-Martin-de-la-Place	Maine-et-Loire
Église paroissiale de Saint-Lambert-des-levées	Classé	Saumur	Maine-et-Loire
Croix dite Croix Bourdon	Inscrit	Saumur	Maine-et-Loire
Maison dite de la Reine de Sicile	Classé	Saumur	Maine-et-Loire
Église de la Visitation	Inscrit	Saumur	Maine-et-Loire
Château de Briacé	Inscrit	Saumur	Maine-et-Loire
Église Saint-Mainboeuf	Inscrit	Villebernier	Maine-et-Loire
Moulin à vent « Les Pelouzes »	Inscrit	Chouzé-sur-Loire	Indre-et-Loire
Deux Moulins Caviers	Classé	Chouzé-sur-Loire	Indre-et-Loire
Maison à tourelle – rue de l'Église	Inscrit	Chouzé-sur-Loire	Indre-et-Loire
Église de La-Chapelle-sur-Loire	Inscrit	La-Chapelle-sur-Loire	Indre-et-Loire

Figure 65 : Monuments classés et inscrits situés en bordure des levées du Val d'Authion

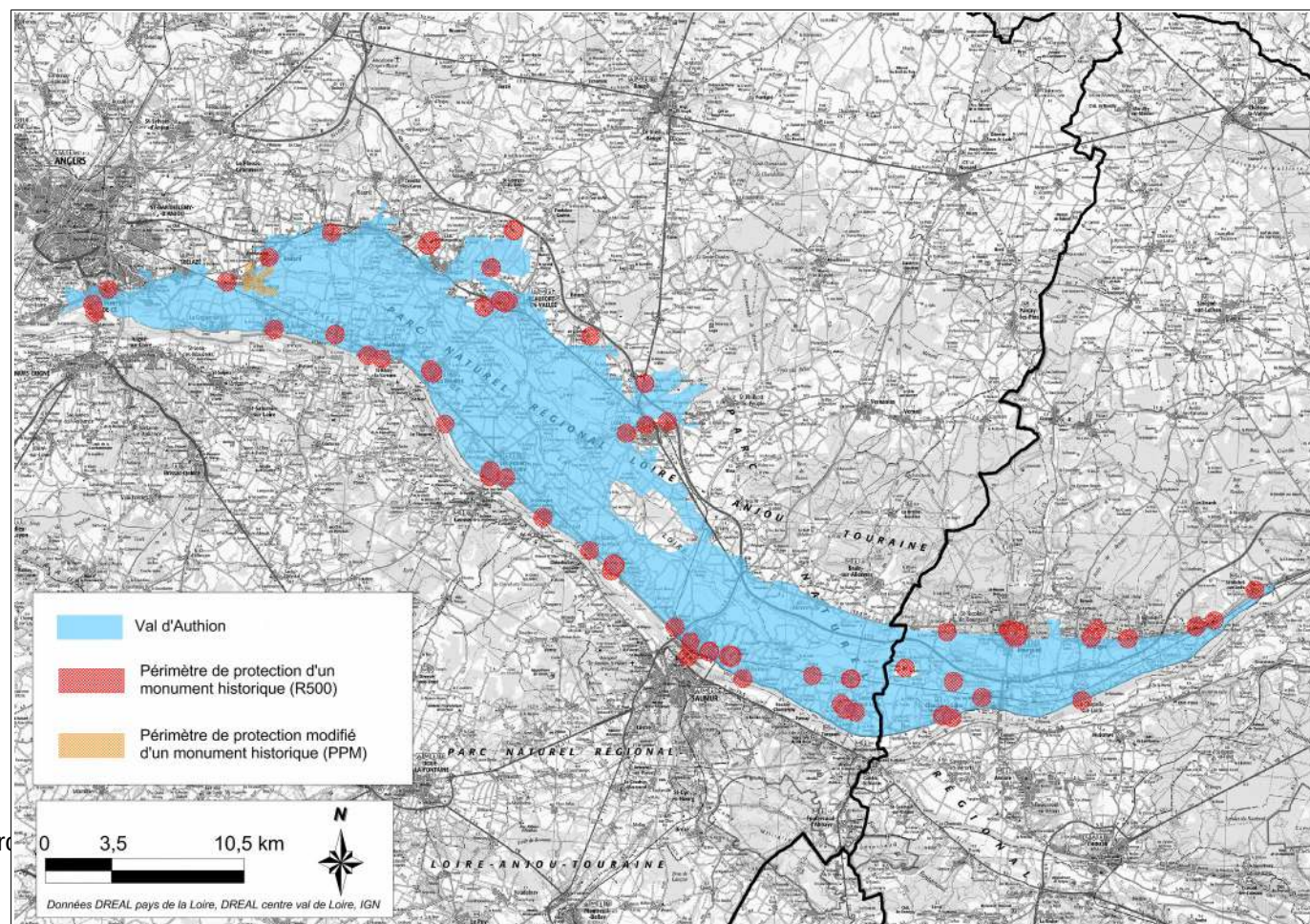


Figure 66 : Monuments classés et inscrits

6.3.2 – ZPPAUP – ZPS

Zone de protection du patrimoine architectural urbain et paysager (ZPPAUP)

Ci-après la liste des ZPPAUP entre Les Ponts-de-Cé et Langeais situées à proximité des levées du val d'Authion

Libellé de la ZPPAUP	Date de création	Surface (ha)	Commune(s)	Département	Observations
ZPPAUP de Blaison-Gohier	13/10/2008	103	Blaison-Gohier	Maine-et-Loire	Située en rive opposée de la Loire, n'intersecte pas les levées de l'Authion
ZPPAUP Le Thoureil 1	13/12/2007	369	Le Thoureil	Maine-et-Loire	Située en rive opposée de la Loire, n'intersecte pas les levées de l'Authion
ZPPAUP Le Thoureil 2	13/12/2007	369	Le Thoureil	Maine-et-Loire	Située en rive opposée de la Loire, n'intersecte pas les levées de l'Authion
ZPPAUP de Chênehutte-Trêves-Cunault	29/10/2007	1 515	Chênehutte – Trêves – Cunault	Maine-et-Loire	Située en rive opposée de la Loire, n'intersecte pas les levées de l'Authion
ZPPAUP Saumur 4	28/02/2001	1 161	Saumur	Maine-et-Loire	Intersecte les levées de l'Authion
ZPPAUP Saumur 1	28/02/2001	103	Saumur	Maine-et-Loire	N'intersecte pas les levées de l'Authion
ZPPAUP Saumur 3	28/02/2001	1 628	Saumur	Maine-et-Loire	Intersecte les levées de l'Authion
ZPPAUP Saumur 2	28/02/2001	53	Saumur	Maine-et-Loire	N'intersecte pas les levées de l'Authion
ZPPAUP de Turquant	20/03/2009	668	Turquant	Maine-et-Loire	Située en rive opposée de la Loire, n'intersecte pas les levées de l'Authion
ZPPAUP de Montsoreau	09/05/2005	550	Montsoreau	Maine-et-Loire	Intersecte les levées de l'Authion

Figure 67 : ZPPAUP situées en bordure des levées du Val d'Authion

Zone de protection spéciale (ZPS)

Les levées de l'Authion entre les Ponts-de-cé et Langeais sont concernées par les ZPS « Vallée de la Loire des Ponts-de-Cé à Montsoreau » et « Vallée de la Loire d'Indre-et-Loire ».

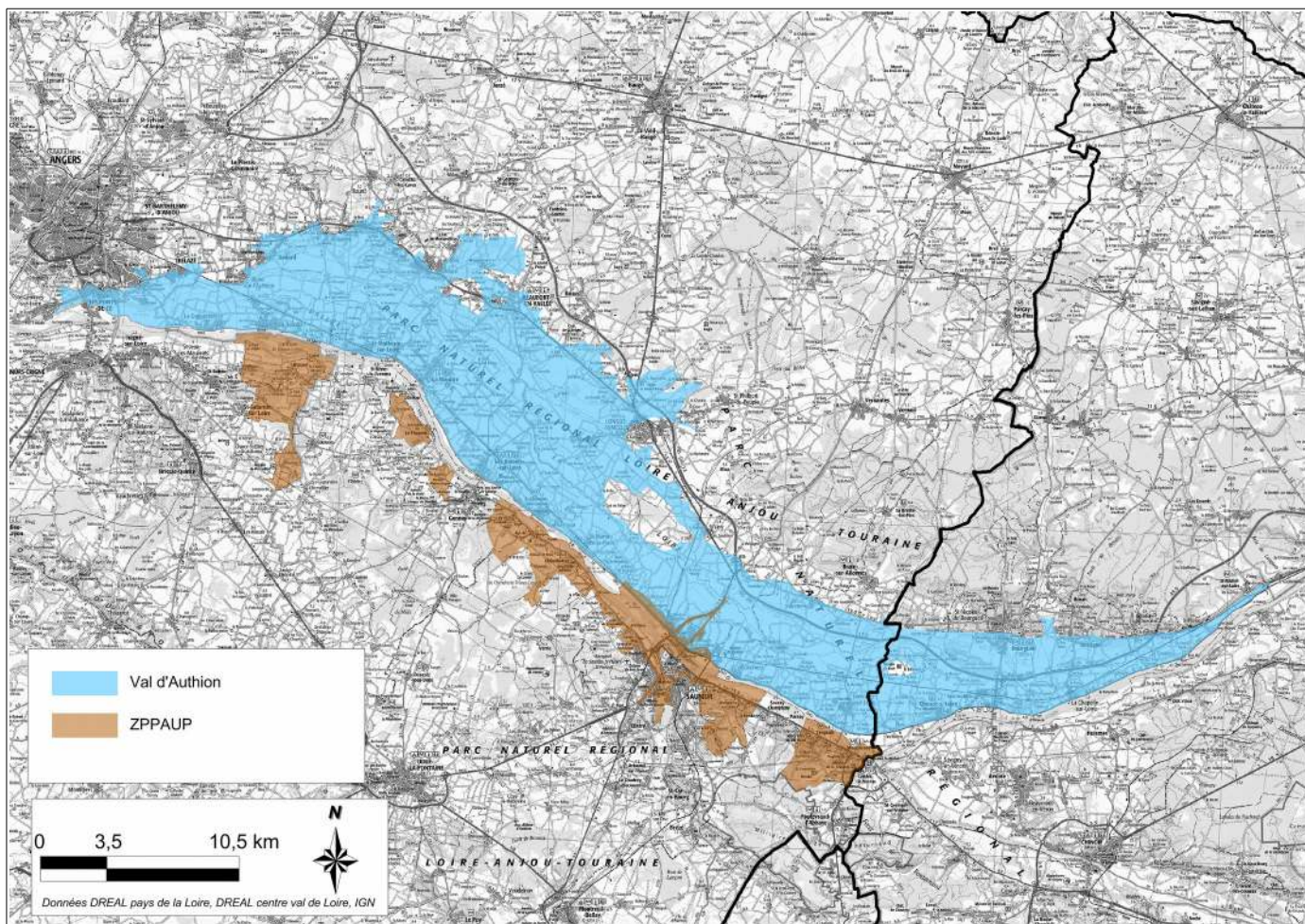


Figure 68 : ZPPAUP

Bibliographie

[1] : Etude de dangers des levées de Loire du val d'Authion - digue de classe A - DREAL Centre Val-de-Loire - Février 2014

[2] : Renforcement de la levée de protection du val de l'Authion contre les crues de la Loire - Service Maritime et de Navigation 44 / 49 - ISL - Février 2005

[3] : Diagnostic digues du Val d'Authion - Département d'Indre-et-Loire - DREAL Centre Val-de-Loire - Novembre 2014

[4] : Programme général de renforcement des levées de la Loire moyenne - DIREN Centre - 1975

Index des Figures

Figure 1 : Situation du val d'Authion et bassin hydrographique	8
Figure 2 : Description des scénarios accidentels et populations concernées	10
Figure 3 : Propriétaires / gestionnaires et linéaires concernés de la levée de l'Authion	11
Figure 4 : Situation et propriété des levées du val d'Authion	12
Figure 5 : Département Indre-et-Loire – Récapitulatif des opérations	21
Figure 6 : Plan de situation : Étanchéification de la digue à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice	22
Figure 7 : Estimation sommaire des travaux : Étanchéification de la digue à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice	22
Figure 8 : Planning prévisionnel des travaux : Étanchéification de la digue à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice	23
Figure 9 : Plan de situation : Épaississement de la digue et chemins de service à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice	25
Figure 10 : Estimation sommaire des travaux : Épaississement de la digue et chemins de service de la digue à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice	26
Figure 11 : Planning prévisionnel des travaux : Épaississement de la digue et chemins de service de la digue à Saint-Michel-sur-Loire – Saint-Patrice	26
Figure 12 : Plan de situation : Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Aval	29
Figure 13 : Estimation sommaire des travaux : Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Aval	29
Figure 14 : Planning prévisionnel des travaux : Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Aval	30
Figure 15 : Plan de situation : Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Saint-Patrice – Amont	31
Figure 16 : Plan de situation : Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Saint-Patrice – Amont	31
Figure 17 : Planning prévisionnel des travaux : Renforcement des pieds de digue à La-Chapelle-sur-Loire – Saint-Patrice – Amont	32

Figure 18 : Plan de situation : Étanchéification et Épaississement de la digue à La-Chapelle-sur-Loire Tranche 1	33
Figure 19 : Estimation sommaire des travaux : Étanchéification et Épaississement de la digue à La-Chapelle-sur-Loire Tranche 1	33
Figure 20 : Planning prévisionnel des travaux : Étanchéification et Épaississement de la digue à La-Chapelle-sur-Loire Tranche 1	34
Figure 21 : Plan de situation : Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire Tranche 2	36
Figure 22 : Estimation sommaire des travaux : Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire Tranche 2	36
Figure 23 : Planning prévisionnel des travaux : Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire Tranche 2	37
Figure 24 : Plan de situation : Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Chouzé-sur-Loire – Port Boulet	38
Figure 25 : Estimation sommaire des travaux : Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Chouzé-sur-Loire – Port Boulet	38
Figure 26 : Planning prévisionnel des travaux : Étanchéification de la digue à La-Chapelle-sur-Loire – Chouzé-sur-Loire – Port Boulet	39
Figure 27 : Plan de situation : Étanchéification et/ou Épaississement de la digue à Chouzé-sur-Loire	40
Figure 28 : Estimation sommaire des travaux : Étanchéification et/ou Épaississement de la digue à Chouzé-sur-Loire	41
Figure 29 : Planning prévisionnel des travaux : Étanchéification et/ou Épaississement de la digue à Chouzé-sur-Loire	41
Figure 30 : Estimation sommaire des études et travaux : Topographie – Détection des canalisations traversantes – Acquisitions foncières – Déboisement	46
Figure 31 : Planning prévisionnel : Topographie – Détection des canalisations traversantes – Acquisitions foncières – Déboisement	47
Figure 32 : Estimation sommaire des études : Reconnaissance des sols – Modélisation des écoulements – Suivi bathymétrique	49
Figure 33 : Planning prévisionnel : Reconnaissance des sols – Modélisation des écoulements – Suivi bathymétrique	49
Figure 34 : Département Maine-et-Loire – récapitulatif des opérations	50
Figure 35 : Plan de situation : Étanchéification de la digue à Varennes-sur-Loire – Tranche 1	51
Figure 36 : Estimation sommaire des travaux : Étanchéification de la digue à Varennes-sur-Loire – Tranche 1	51
Figure 37 : Planning prévisionnel des travaux : Étanchéification de la digue à Varennes-sur-Loire – Tranche 1	52
Figure 38 : Plan de situation : Épaississement de la digue à Varennes-sur-Loire – Tranche 2	54
Figure 39 : Estimation sommaire des travaux : Épaississement de la digue à Varennes-sur-Loire – Tranche 2	55

Figure 40 : Planning prévisionnel des travaux : Épaississement de la digue à Varennes-sur-Loire – Tranche 2	55
Figure 41 : Plan de situation : Épaississement de la digue à Saint-Martin-de-la-Place	57
Figure 42 : Estimation sommaire des travaux : Épaississement de la digue à Saint-Martin-de-la-Place	57
Figure 43 : Planning prévisionnel des travaux : Épaississement de la digue à Saint-Martin-de-la-Place	58
Figure 44 : Plan de situation : Étanchéification de la digue aux Rosiers-sur-Loire	59
Figure 45 : Estimation sommaire des travaux : Étanchéification de la digue aux Rosiers-sur-Loire	59
Figure 46 : Planning prévisionnel des travaux : Étanchéification de la digue aux Rosiers-sur-Loire	60
Figure 47 : Plan de situation : Étanchéification et Épaississement de la digue La Bohalle - La Daguenière	61
Figure 48 : Estimation sommaire des travaux : Étanchéification et Épaississement de la digue La Bohalle - La Daguenière	62
Figure 49 : Planning prévisionnel des travaux : Étanchéification et Épaississement de la digue La Bohalle - La Daguenière	62
Figure 50 : Plan de situation : Accessibilité à l'ouvrage – Saumur – Saint-Martin-de-la-Place	65
Figure 51 : Estimation sommaire des travaux : Accessibilité à l'ouvrage – Saumur – Saint-Martin-de-la-Place	65
Figure 52 : Planning prévisionnel des travaux : Accessibilité à l'ouvrage – Saumur – Saint-Martin-de-la-Place	66
Figure 53 : Estimation sommaire des travaux : Acquisitions foncières – Déboisement – Création de chemin côté Loire	68
Figure 54 : Planning prévisionnel : Acquisitions foncières – Déboisement – Création de chemin côté Loire	68
Figure 55 : Estimation sommaire des travaux : Connaissance des phénomènes d'érosion interne liés aux palplanches – Connaissance de l'hydrologie de la Loire et de ses affluents – Ensemble du département du Maine-et-Loire	70
Figure 56 : Planning prévisionnel : Connaissance des phénomènes d'érosion interne liés aux palplanches – Connaissance de l'hydrologie de la Loire et de ses affluents – Ensemble du département du Maine-et-Loire	70
Figure 57 : Estimation sommaire des études : Gestion des surverses	71
Figure 58 : Planning prévisionnel des études : Gestion des surverses	71
Figure 59 : Principe d'actualisation des chapitres de l'étude de dangers des levées de Loire du Val d'Authion	73
Figure 60 : Zones Natura 2000	79
Figure 61 : ZNIEFF	81
Figure 62 : Sites classés situés en bordure des levées du Val d'Authion	82
Figure 63 : Sites inscrits situés en bordure des levées du Val d'Authion	82

Figure 64 : Sites inscrits	83
Figure 65 : Monuments classés et inscrits situés en bordure des levées du Val d'Authion	84
Figure 66 : Monuments classés et inscrits	85
Figure 67 : ZPPAUP situées en bordure des levées du Val d'Authion	85
Figure 68 : ZPPAUP	86



**Direction régionale de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
Centre- Val de Loire
5, Avenue Buffon
CS 96407
45064 ORLEANS Cedex 2**

**Tél : 33 (02) 36 17 41 41
Fax : 33 (02) 36 17 41 01**

