

ÉTUDE DE DANGERS DES DIGUES DE LA LOIRE DE CLASSE B ET C


4 - Rapport de la Visite Technique Approfondie 2014

Juin 2017

Etude de dangers des digues de classe B et C de la Nièvre

Visites techniques approfondies des digues domaniales du département de la Nièvre - Rapport de visite 2014 des digues de protection du val de Saint-Hilaire-Fontaine



	1105 Av Pierre Mendès-France BP 4001 30001 NIMES CEDEX 5 Tel : 04.66.87.50.00 - Fax : 04.66.87.51.03
Titre du document :	VTA 2014 - Val de Saint-Hilaire-Fontaine
N° Affaire :	800730

Date	Indice	Observation	Dressé par	Vérifié par	Approuvé par
23/03/2015	1	Première édition	GRI	NSI	MCG

SOMMAIRE

1. PRESENTATION DU VAL DE SAINT-HILAIRE-FONTAINE.....	3
1.1 Description générale	3
1.2 Grandes caractéristiques géométriques et fonctionnelles	5
1.2.1 Caractéristiques géométriques de la digue et son environnement	5
1.2.2 Caractéristiques fonctionnelles	12
2. INSPECTION VISUELLE	13
2.1 Désordres observés sur le corps de digue	13
2.1.1 Généralités	13
2.1.2 Dégradations de chaussée en crête	15
2.1.3 Dégradations de surface de corps de digue	15
2.1.4 Terriers	16
2.1.5 Végétation sur le corps de digue	17
2.1.6 Mouvements de terre (glissements)	21
2.1.7 Echanture	21
2.1.8 Fossés et dépressions en eau	22
2.1.9 Indices de fuites	22
2.1.10 Déstructuration du parement	22
2.2 Existence et état des ouvrages dans et sur la digue	23
2.2.1 Généralités	23
2.2.2 Ouvrages et réseaux hydrauliques	23
2.2.3 Mur de soutènement	25
2.2.4 Bâtiments encastrés	25
2.2.5 Culée de pont	26
2.2.6 Ouvrages divers	26
2.3 Renforcements	30
2.3.1 Renforcements du corps de digue	30
2.3.2 Renforcements ponctuels	31
2.4 Points faibles particuliers de la digue	32
2.4.1 Généralités	32
2.4.2 Banquettes et interruptions de banquettes	32
2.4.3 Zones de contact direct avec le lit vif de la Loire	32
2.4.4 Zones humides en pied de digue	33
2.4.5 Ouvertures batardables	33
2.5 Synthèse de l'état visuel	34
ANNEXES	35
ANNEXE 1 : CARTOGRAPHIE DES DESORDRES ET OUVRAGES RECENSES	
ANNEXE 2 : TABLEAU DES DESORDRES ET OUVRAGES RELEVES	
ANNEXE 3 : REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE	

1. PRESENTATION DU VAL DE SAINT-HILAIRE-FONTAINE

1.1 DESCRIPTION GENERALE

Le val de Saint-Hilaire-Fontaine est composé de 2 ouvrages de protection situés en rive droite de la Loire :

- ▶ La levée de Thareau sur 4,6km de long ;
- ▶ La levée de Charrin s'étirant plus en aval de celle de Thareau sur environ 2,6km.

Les 2 levées sont distantes de 850m environ avec un raccordement au niveau du TN.

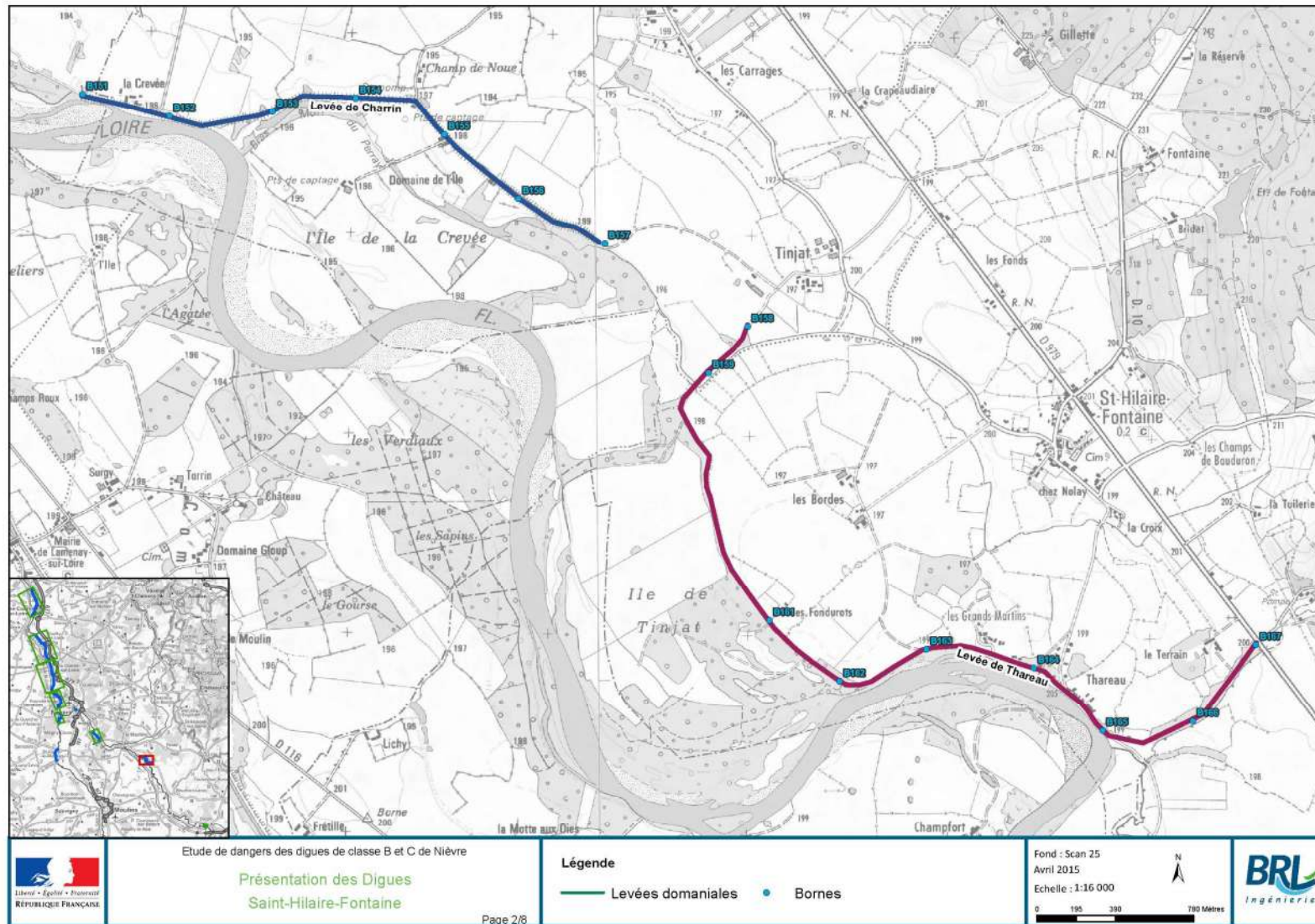
La **levée de Thareau** est située sur le territoire communal de Saint-Hilaire-Fontaine. L'arrêté préfectoral du 10 novembre 2009 détermine que ce tronçon de digue relève de la classe C (hauteur supérieure à 1m et population protégée comprise entre 10 et 1 000 personnes). Sa longueur est de 4 615 mètres. Cette levée est rattachée en amont au niveau du remblai de la route départementale RD.979 et disparaît en aval au niveau du terrain naturel. Le système de protection est ouvert par l'aval et une inondation par remous est possible sur ce val.

Cette levée protège directement les hameaux des Fondurots, de Thareau, des Grands Martins et des Bordes.

La **levée de Charrin** est située sur le territoire communal de Charrin. L'arrêté préfectoral du 10 novembre 2009 détermine que ce tronçon de digue relève de la classe C (hauteur supérieure à 1m et population protégée comprise entre 10 et 1 000 personnes). Sa longueur est de 2 570 mètres. La partie du val protégée par cette levée est ouverte par l'amont et par l'aval.

Cette levée protège directement les hameaux de la Crevée, du Champ de Noue et d'une bâtisse isolée en amont.

La carte suivante met en évidence les levées domaniales rive droite de la Loire au niveau du val de Saint-Hilaire-Fontaine.



Les désordres relevés peuvent être repérés grâce à leurs coordonnées (X, Y et Z) en Lambert 93 ou par rapport à leurs positions vis-à-vis des profils en travers générés à pas de 50 m ou encore par rapport aux bornes de repères.

1.2 GRANDES CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES ET FONCTIONNELLES

1.2.1 Caractéristiques géométriques de la digue et son environnement

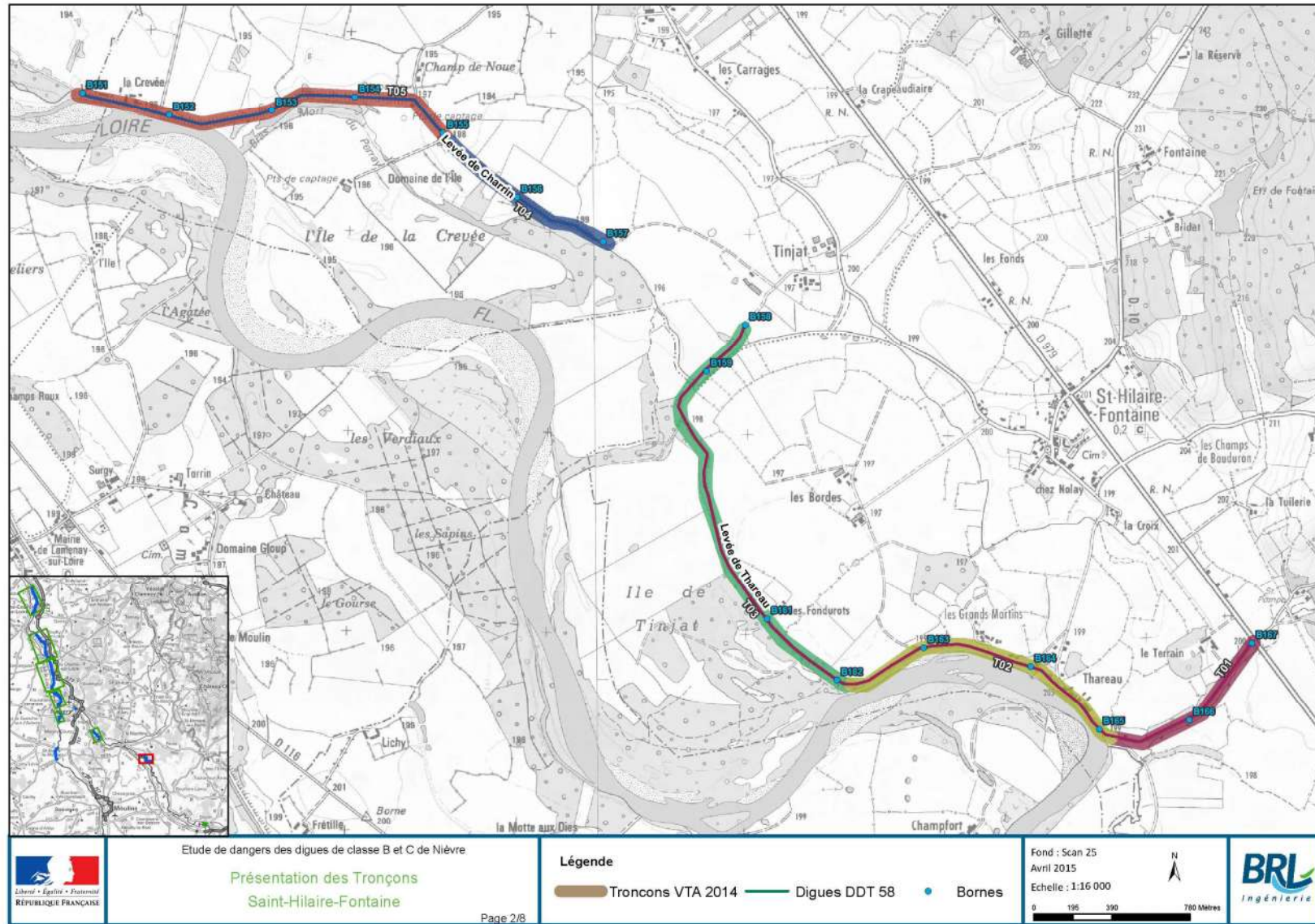
La levée de **Thareau** a pour hauteur moyenne environ 2,4m et une largeur moyenne de 17,8m à leur base et 5,6m en crête (données issues des calculs des points type Cardigue). Concernant la pente des talus (H/V), il est noté une pente moyenne de 2.1 pour 1 sur talus coté Loire et de 2.3 pour 1 coté val.

La levée de **Charrin** a pour hauteur moyenne environ 2,9m et une largeur moyenne de 20,1m à leur base et 4,8m en crête (données issues des calculs des points type Cardigue). Concernant la pente des talus (H/V), il est noté une pente moyenne de 2.3 pour 1 sur chacun des 2 talus (coté Loire et coté val).

Le système d'endiguement de Saint-Hilaire – Fontaine est constitué de ces 2 levées se trouvant séparées par un linéaire d'environ 1200m où la piste en crête se trouve au même niveau que le terrain naturel, à travers des parcelles agricoles. En cas de forte crue de la Loire, une inondation peut avoir lieu au niveau de cette interruption du système d'endiguement.

Parmi les habitations protégées dans ce val, certaines d'entre se trouvent au niveau du talus coté val de ces 2 levées. Il est noté la présence également de quelques habitations coté Loire, soit directement exposées aux crues du fleuve.

L'analyse de l'ensemble des données disponibles et des observations effectuées dans le cadre des visites VTA ont permis une sectorisation du linéaire du val de Saint-Hilaire – Fontaine en **5 tronçons homogènes**. Ils sont présentés ci-dessous, de l'amont vers l'aval.



TRONÇON N°1 : LEVEE DE THAREAU DU PK0 AU PK940 (L=940M)

Ce tronçon se caractérise par :

- ▶ Des dimensions de l'ordre de 2,2m de haut, pour 15,8m de large en pied et 4,3m de large en crête,
- ▶ Une végétation ligneuse généralisée sur les 2 talus du tronçon,
- ▶ Des fossés en eau en pied de talus coté Loire et coté val,
- ▶ Un ouvrage hydraulique traversant (avec clapet anti-retour),
- ▶ Un glissement au niveau du haut du talus coté val,
- ▶ Un bâtiment encastré coté val.



Figure 1 : piste en crête de digue vue vers l'aval (végétation dense de part et d'autre)



Figure 2 : fossé en eau en pied de talus coté Loire vu vers l'aval



Figure 3 : ouvrage traversant sous la digue vue sur la face amont (talus coté Loire)



Figure 4 : maison encastrée sur talus coté val de la digue

TRONÇON N°2 : LEVEE DE THAREAU DU PK940 AU PK2450 (L=1510M)

Ce tronçon est caractérisé par :

- ▶ Un corps de digue plus important : 2,9m de haut en moyenne pour 21,7m de large en pied et 6,4m de large en crête,
- ▶ Un pied de talus en contact avec le lit vif de la Loire sur l'ensemble du linéaire,
- ▶ La présence d'un chemin goudronné en crête de la digue,
- ▶ De nombreux bâtiments encastrés sur le talus coté val,
- ▶ Des renforcements ponctuels de la berge et du bas du talus coté Loire,
- ▶ La présence de nombreux corps étrangers au droit des zones habitées.



Figure 5 : vue de la digue vers l'aval avec pied de talus en contact avec lit vif de la Loire



Figure 6 : renforcement en enrochements libres de la berge (vue vers l'amont)



Figure 7 : corps étrangers sur talus coté Loire



Figure 8 : bâtiment encastré sur talus coté val

TRONÇON N°3 : LEVEE DE THAREAU DU PK2450 AU PK4690 (L=2240M)

Ce tronçon est caractérisé par :

- ▶ Une largeur en pied plus faible (15,9m en moyenne), ainsi qu'une réduction de la hauteur (2,2m en moyenne),
- ▶ Une végétation ligneuse généralisée sur les 2 talus du tronçon,
- ▶ De nombreux terriers, dont certains de grandes dimensions sont traversants,
- ▶ Une crête non circulable sur environ 1000m (sentier piéton),
- ▶ La présence d'un ouvrage hydraulique traversant avec martelière en aval du tronçon,
- ▶ Levée ouverte en aval, dont la crête diminue progressivement pour atteindre le niveau du terrain naturel.



Figure 9 : ouvrage traversant en aval du tronçon (vu vers l'aval)



Figure 10 : terminaison de la digue avec raccordement au niveau du TN (vue vers l'aval)



Figure 11 : terrier sur talus coté Loire



Figure 12 : crête de la digue vue vers l'aval avec sentier

Nota : le tronçon entre les PK4690 et le PK5870 (entre la fin de la levée de Thareau et le début de la levée de Charrin) correspond à un tronçon de levée dérasée, c'est-à-dire dont la crête actuelle se situe au même niveau que le terrain naturel.

TRONÇON N°4 : LEVEE DE CHARRIN DU PK5870 AU PK6840 (L=970M)

Ce tronçon est caractérisé par :

- ▶ Une pente H/V avec talus coté val plus raide (2.1 pour 1) que sur talus coté Loire (2.6 pour 1),
- ▶ Une végétation ligneuse généralisée sur les 2 talus du tronçon,
- ▶ Un renforcement de la crête visible sur un petit linéaire en amont (environ 100m),
- ▶ La présence d'ornières,
- ▶ Des bâtiments encastrés.



Figure 13 : bâtiment en castré sur le bas du talus coté Loire



Figure 14 : ornières en amont du renforcement de la crête (vues vers l'amont)



Figure 15 : piste en crête avec souche au premier plan (vue vers l'aval)



Figure 16 : végétation généralisée sur les 2 talus de la digue (vue vers l'aval)

TRONÇON N°5 : LEVEE DE CHARRIN DU PK6840 AU PK8830 (L=1990M)

Ce tronçon est caractérisé par :

- ▶ Une augmentation de la hauteur de digue (environ 3,2m en moyenne au lieu de 2,3m précédemment) et de la largeur en pied (21,5m au lieu de 16,1 précédemment),
- ▶ L'ouverture de l'ouvrage en aval (arrêt brusque de l'ouvrage),
- ▶ Une zone de contact avec le lit vif de la Loire avec talus localement renforcé,
- ▶ Des mouvements de terre importants (notamment glissements sur talus coté Loire),
- ▶ Des zones humides en pied de talus.



Figure 17 : glissement du talus coté Loire



Figure 18 : bâtiment encastré sur talus coté Loire (vu vers l'aval)



Figure 19 : enrochements libres en protection de la berge de la Loire



Figure 20 : piste en crête vue vers l'aval

1.2.2 Caractéristiques fonctionnelles

❖ Drainage

Cette digue rive droite de la Loire n'est pas drainée.

❖ Circulation en crête

La levée de **Thareau** est constituée en grande partie d'une piste en terre, sauf au droit des habitations du hameau de Thareau et des Grands Martins où le chemin a été goudronnée sur environ 750m. La levée n'est pas circulaire en crête sur environ 1 000m en aval du hameau des Fondurots (tronçon n°3). En s'écartant du lit de la Loire et en pénétrant dans les terres agricoles, le chemin en crête de la digue s'élargit vers l'aval.

La levée de **Charrin** présente en crête un chemin en terre carrossable sur l'ensemble de son linéaire. Cette digue rejoint le terrain naturel en aval du contact avec le lit vif de la Loire, à l'ouest du hameau de la Crevée. Lors de notre visite de terrain, un arrêté préfectoral en date du 18 août 2014 interdisait la circulation en aval du tronçon n°5 de cette levée suite au glissement récent du talus coté Loire.



Figure 21 : vue du glissement depuis le haut du talus coté Loire (tronçon n°5)



Figure 22 : fermeture du chemin en aval du tronçon n°5 (vue vers l'amont depuis le TN)

❖ Déversoir

Il n'y a pas de déversoir le long de ces levées.

2. INSPECTION VISUELLE

Le présent chapitre s'attache à recenser et décrire les indices de vulnérabilité relevés lors de l'inspection visuelle des digues.

La visite a été réalisée les 25 et 26 août 2014 et s'est déroulée dans de bonnes conditions météorologiques. De petites pluies se sont produites dans la nuit du 25 au 26 août (cumul d'environ 10mm relevé à Nevers-Marzy), mais n'ayant pas eu de conséquences sur les observations réalisées.

La visibilité était moyenne sur les parties enherbées non fauchées de la digue (hauteur d'herbe de 20 cm environ) et mauvaise au niveau des parties boisées. En raison de ce manque de visibilité, certains indices de vulnérabilités ont pu échapper à l'observation.

2.1 DESORDRES OBSERVES SUR LE CORPS DE DIGUE

2.1.1 Généralités

Il a été relevé sur le corps de digue des levées du val de Saint-Hilaire-Fontaine :

- Des dégradations de surface (ornières),
- Des terriers,
- La présence de végétation parasite (souches et arbres),
- Des zones de glissement superficiels,
- Des zones de fossé en eau en pied de digue coté Val.

Ces désordres sont décrits dans les parties suivantes.

L'ensemble des désordres recensés est reporté dans les tableaux de relevé en annexe.

La liste des désordres inspectés lors des VTA 2014 sont récapitulés dans le tableau suivant.

Attribut	Saisie ou choix possible	Correspondance SIRS
Corps étrangers	regard	REG
	pylone	POT
	borne	BOR
	meublier urbain	COR
	barriere	COR
	banc	COR
	muret	CLO
	escalier	ESC
	rampe	AUTRE
	cloture	CLO
	piezo	PZO
	Barbacane	BAR
	ouvrage divers	COR
	Corps divers n'affectant pas la structure	CNS
Ouvrages encastrés	culee	BAT
	batiment	BAT
	mur de soutenelement	MUR
	ouvrages divers	OUV
Ouvrages hydrauliques	canalisation	CAN
	conduite	CON
	conduite HS	CHS
	OH traversant "ouvert"	OHT
	OH traversant avec Martelière	OHT
	OH traversant avec clapet anti-retour	OHT
Végétation	souche	VEG
	veg ligneuse generalise (VLG)	VEG
	veg ligneuse clairesemee (VLC)	VEG
	veg arbustive-brousaille (VAB)	VEG
	veg ligneuse isolée (VLI)	VEG
	Arbre d'alignement	VEG
	Arbre incline	VEG
Arbre arrache	VEG	
Hors profil	point bas	PTB
	crete bombée	CEB
	interuption banquette	INB
	remblai/recharge (ancienne brèche)	RCH
	fossé	FOS
	fossé en eau	FEE
	Depression, Zone d'emprunt	DEP
	Depression, Zone d'emprunt en eau	DEP
	terrassment/déblai	DEB
	Gliss/bascul (TV remaniée)	MVT
	Gliss/bascul (bourelets)	MVT
	Gliss/bascul (TV remaniée et bourrelets)	MVT
	Gliss/bascul (tass/affai)	MVT
	Tassement affaissement fontis (Hors gliss)	MVT
	basculement	MVT
Grand glissement	MVT	

Attribut		Saisie ou choix possible	Correspondance SIRS
Désordres géotechniques		TTR (tentative terrier)	TRR
		TER5 (peu vulnérable)	TRR
		TER15 (moyennement vulnérable)	TRR
		TER30 (vulnérable)	TRR
		Fontis	FON
		Fuite	FUI
		indice fuite	IFU
		ravinement	RAV
		Piétinement	PIE
		Orniere	PAS
		Erosion/affouillement	ERV
Désordres structurels		Fissure	FIS
		Basculement	MVT
		Alteration corrosion	ALT
		Déchaussement maçonnerie	DEC
		Decollement	NOV.
		mauv contact ouv	DEC
		Dejointoiment	DEJ
		destruction	DES
		desordre plaq	DES
		Erosion arriere defense	ERD
	Autre	DES	
Renforcements		Enrochement libre	REN
		Enrochement betonne	REN
		Matelas gabion	REN
		gabion boite	REN
		massif filtrant (type 20/40mm)	REN
		Palplanches	REN
		genie vegetal	REN
		parement maconne	REN
		poutre couronnement	REN
		Epaulement amont etanche	REN
		Autre	REN
		Epaulement aval sans massif filtrant	REN

2.1.2 Dégradations de chaussée en crête

Lors des visites d'inspection d'août 2014, il n'a pas été constaté de dégradation majeure de la chaussée en crête.

2.1.3 Dégradations de surface de corps de digue

❖ Ornières

La circulation d'engins motorisés sur les talus et la crête des digues est à l'origine de la création de quelques ornières sur le linéaire du val de Saint-Hilaire-Fontaine. Des ornières ont été visualisées en crête de la digue notamment en amont du tronçon n°4.

Ces dégradations superficielles sont le signe d'agressions répétées qui participent à la dégradation de la digue et peuvent constituer un facteur aggravant à la surverse coté val ou à l'érosion externe coté Loire.



Ornière sur la crête vue vers l'aval

❖ Passages d'animaux / piétinements

Il n'a pas été observé de piétinement sur le linéaire de la levée du val de Saint-Hilaire-Fontaine.

❖ Erosion/ravinement

Aucun ravinement n'a été relevé sur la levée du val de Saint-Hilaire-Fontaine lors des VTA 2014.

❖ Erosion/affouillement

Lors des VTA du val de Digoin, il n'est pas noté d'érosion du talus coté Loire par affouillement, notamment au droit du contact avec le lit vif.

Il est noté localement la présence de végétation en pied de talus au contact de la digue avec la Loire, ayant pu gêner l'observation d'éventuels désordres liés à ce mécanisme.

2.1.4 Terriers

Les terriers identifiés sont distingués suivant leur diamètre :

saisie	diamètre du terrier
TER5	< 5cm
TER15	5 cm < TER < 15cm
TER30	TER > 15cm

De nombreux terriers ont été observés sur les levées du val de Saint-Hilaire-Fontaine (une dizaine), particulièrement au droit des tronçons n°3 et n°5. La plupart d'entre eux sont de diamètre inférieur à 5cm et quelques-uns sont supérieurs à 15cm (tronçon n°3).

Certains terriers vulnérables sont identifiés comme traversant la digue au milieu du tronçon n°3.



Terriers 5cm de diamètre peu vulnérable



Terriers 5cm de diamètre peu vulnérable



Terrier diamètre >15cm



Terrier diamètre >15cm et traversant

Ces terriers sont susceptibles de favoriser des infiltrations et chemins d'écoulement à travers le digue, voire d'être à l'origine d'une érosion interne. Les terriers de diamètre supérieur ou égal à 15 cm ont un risque plus accru vis-à-vis de l'apparition d'un phénomène d'érosion interne.

Ces terriers peuvent également être des facteurs aggravants vis-à-vis de l'érosion externe sur le talus val en cas de surverse.

Nota : la végétation dense a pu empêcher l'observation d'autres galeries dues à la présence d'animaux fouisseurs dans la zone.

2.1.5 Végétation sur le corps de digue

Sont traités dans ce paragraphe la présence de végétation gênante ou dangereuse (souches, arbres morts, traces de dessouchages...) et la présence de végétation non dangereuse mais à risque d'évolution gênante (arbres et arbustes sur la digue).

Nota : les différents types de végétation (ligneuse et arbustive) peuvent être un obstacle à l'écoulement des eaux. Ainsi la présence de végétation apparaît comme un facteur aggravant vis-à-vis de la surverse sur le talus coté val, mais également au niveau du talus amont vis-à-vis de l'érosion externe.

2.1.5.1 Arbres arrachés / Arbres inclinés

Il a été identifié 4 arbres arrachés sur le talus coté Loire de ce linéaire de digues, dont un situé au niveau de la berge.



Arbre arraché au niveau de la berge (tronçon n°5)

Nota : Les arbres arrachés représentent un risque pour la digue, soit en arrachant des morceaux de celle-ci, soit en créant des galeries favorisant les écoulements internes à cause des racines.

2.1.5.2 Souches et arbres morts

Il a été relevé quatre secteurs avec des souches sur cette digue lors de la VTA d'août 2014.

Nota : les souches peuvent être considérées comme des pathologies sérieuses favorisant l'érosion interne.



Souches en pied de talus coté val (vues vers l'amont au tronçon n°4)

2.1.5.3 Végétation ligneuse isolée, clairsemée ou généralisée

Végétation ligneuse isolée (VLI)	Végétation ligneuse clairsemée (VLC)	Végétation ligneuse généralisée (VLG)
<ul style="list-style-type: none"> - 12 arbres isolés - 1 linéaire sur le haut du talus coté Loire (tronçon n°2) 	<ul style="list-style-type: none"> - 7 linéaires dont 1 en crête coté val 	<ul style="list-style-type: none"> - 13 linéaires côté terre (toute hauteur le plus souvent) - 7 linéaires côté Loire



Arbre isolé sur bas du talus coté val (tronçon n°3)



Arbres d'alignement sur le haut du talus coté Loire (tronçon n°2)



Végétation généralisée sur les 2 talus de la digue au niveau du tronçon n°1 (vue vers l'aval)



Végétation clairsemée sur talus coté val au niveau du tronçon n°4



Végétation généralisée sur les 2 talus (vue vers l'aval - tronçon n°5)



Végétation généralisée en aval du tronçon n°5 y compris en crête (vue vers l'aval)

Ces types de végétation représentent un risque pour la digue, soit en arrachant des morceaux de celle-ci en cas d'abattage accidentel (vent, chocs, crue) soit en créant des galeries favorisant les écoulements internes par pourrissement puis minéralisation des racines. Par ailleurs, ces racines peuvent aussi déstructurer les talus et pied de digue.

Nota : Les jeunes arbres et arbustes ne présentent pas de risque immédiat pour la structure de digue puisque leurs systèmes racinaires ne sont pas assez développés pour propager dans le corps de la levée ou dans sa fondation et ainsi créer une ramification de conduits. Néanmoins, il est plus judicieux de les dessoucher tant que cela ne nécessite pas des travaux de déblais et de terrassements conséquents.

2.1.5.4 Végétation arbustive / Broussailles / Haies

La végétation arbustive et les haies sont observées principalement au droit des zones habitées. Elles sont installées le plus souvent en complément des clôtures visibles sur les talus.

Il convient de noter qu'une forte densité de végétation parasite est problématique car elle perturbe notamment les moyens de contrôle visuel et de détection des désordres.



Haie arbustive au niveau du tronçon n°2 (vue vers l'aval)

2.1.6 Mouvements de terre (glissements)

Les désordres recensés ici concernent tout mouvement de la digue de type affaissement, glissement, point bas, tassement, ainsi que tout indice de mouvement du terrain ou d'une structure rigide (y compris basculement d'un mur ou d'un rideau de palplanches).

Il a été identifié 3 **glissements** dont un présente une vulnérabilité forte en contact avec le lit vif de la Loire (tronçon n°5). Sur ce dernier glissement le bas du talus est désormais vertical.



glissement superficiel sur le haut du talus coté val (tronçon n°1)



glissement au niveau du bas de talus coté Loire (tronçon n°5)



glissement important au niveau de la berge de la Loire (tronçon n°5)



glissement important au niveau de la berge de la Loire (tronçon n°5) avec bas de talus verticalisé vers l'aval

Nota : Ces zones constituent des points faibles vis-à-vis du risque de rupture et de la formation de brèche dans le corps de la digue. Ils constituent également des facteurs aggravants l'érosion externe en cas de surverse.

Au niveau du glissement le plus important, il est rappelé ici que la circulation en crête fait l'objet d'une interdiction par arrêté préfectoral en date du 18 août 2014.

2.1.7 Echancrure

Il n'a pas été noté d'échancrure.

2.1.8 Fossés et dépressions en eau

Plusieurs fossés en eau ont été observés en pied de digue le long du tronçon n°1 (temps sec lors de l'observation). Ce tronçon est concerné par la présence de fossés en eau sur les 2 côtés de la digue. Le tronçon n°3 voit la présence de petites dépressions en pied de talus coté val.



Fossé en eau coté Loire - tronçon n°1



Petite dépression en eau sur le pied de talus coté val (tronçon n°3)

Nota : Ces fossés en eau peuvent indiquer des infiltrations d'eau à travers la digue liées à une forte pluviométrie ou en provenance de la Loire. Cette eau en pied de digue est susceptible de raccourcir le trajet des infiltrations lors d'une crue. De plus, elle favorise le phénomène de suffusion en permettant aux particules de sortir librement en pied de digue lorsque le gradient hydraulique le permet sans que le phénomène soit constatable visuellement (phénomène sous-eau). De fait, le risque d'érosion interne est accru au niveau de ces zones humides.

2.1.9 Indices de fuites

Aucun indice de fuite n'a été observé.

2.1.10 Déstructuration du parement

Il n'a pas été observé de déstructuration sur le parement de digue.

2.2 EXISTENCE ET ETAT DES OUVRAGES DANS ET SUR LA DIGUE

2.2.1 Généralités

Les ouvrages relevés sur la levée du val de Saint-Hilaire-Fontaine sont les suivants :

- ▶ Deux ouvrages hydrauliques traversant,
- ▶ Des canalisations,
- ▶ Des bâtiments encastrés,
- ▶ Des regards,
- ▶ Des clôtures,
- ▶ Des bancs,
- ▶ Des pylônes,
- ▶ Des ouvrages divers.

L'ensemble des ouvrages recensés est reporté dans les tableaux de relevé en annexe.

2.2.2 Ouvrages et réseaux hydrauliques

Sont traités dans ce paragraphe les ouvrages et réseaux permettant la circulation de l'eau au travers de la digue (cours d'eau, eau de pompage, eau de drainage).

❖ Ouvrages hydrauliques

Deux ouvrages hydrauliques traversant ont été identifiés, permettant l'écoulement des eaux de part et d'autre de la digue.

Le premier ouvrage est composé d'une canalisation de diamètre 300mm avec clapet anti-retour positionné coté val de l'ouvrage (inutilisable en cas de crue de la Loire !). Il est situé en amont du tronçon n°1 et permet de relier les 2 fossés situés en pied de digue.

Le deuxième ouvrage se situe en aval du tronçon n°3 (fossé traversant la digue). Il se compose d'une vanne métallique située coté val.

ID_point	Fil d'eau (mNGF)	POSITION	SIRS_DESOR
340 – OH8003	Environ 200.6	Haut talus	Ouvrage traversant avec clapet
341 – OH8004	194.40	Crête coté Loire	Ouvrage traversant avec martelière



Point 340 : vue de l'ouvrage coté Loire (tronçon n°1)



Point 340 : vue de l'ouvrage coté val (tronçon n°1) avec clapet anti-retour



Point 341 : ouvrage avec martelière coté val (tronçon n°3)



Point 341 : vue de la martelière en dessous de l'ouvrage (fossé en eau au niveau tronçon n°3)

Nota : L'apparition de circulation préférentielle de l'eau le long de cette discontinuité traversante de la digue est ainsi à surveiller. En effet, celle-ci est susceptible d'initier une érosion interne de contact de la levée.

❖ Canalisations

Les indices relevés sur le terrain permettent d'établir la présence de canalisations à travers la digue. Il est notamment identifié des tampons au niveau du secteur habité sur le tronçon n°2, ainsi que des canalisations traversant la digue sous la bâtiment de la station de pompage (tronçon n°5).

Bien que leur cheminement dans la digue ne soit pas connue, ces canalisations constituent des discontinuités susceptibles de favoriser le risque d'érosion interne par circulation de l'eau à l'interface ouvrage/sol en cas de crue.



Tampon témoignant la présence de canalisation à proximité des habitations (tronçon n°2)



Canalisations sous bâtiment de la station de pompage (tronçon n°5)

2.2.3 Mur de soutènement

Il n'est pas noté de mur de soutènement.

2.2.4 Bâtiments encastrés

Au total ce sont 21 bâtiments encastrés dans la digue qui ont été identifiés, notamment à chaque traversée de zones d'habitations :

- Thareau et les Grand Martins – tronçon n°2,
- Domaine de l'Ile – tronçon n°5.

Il ressort également quelques habitations isolées et encastrés dans la digue, ainsi que le bâtiment de traitement d'eau potable (tronçon n°5) encastré sur toute la hauteur de la digue.

La présence de bâtiments encastrés dans la digue constitue une problématique vis-à-vis de l'érosion interne par le raccourcissement du chemin hydraulique qu'ils induisent.

Des bâtiments non encastrés, en pied de digue ont également été observés, ils peuvent également augmenter le risque d'érosion interne en diminuant la longueur des chemins hydrauliques dans la fondation de la digue. Par ailleurs, toutes ces habitations sont très vulnérables à la submersion en cas de crue.



*Maison encastrée sur talus coté val à Thareau
(tronçon n°2)*



*Bâtiment de la station de traitement AEP vue
depuis le pied de talus coté val (tronçon n°5)*

Maison encastrée sur talus coté Loire (tronçon n°4)



*Vue de l'accès sous le vide sanitaire de la station de
traitement AEP coté talus rive (tronçon n°5)*



*Vide sanitaire sous bâtiment de la station de traitement AEP avec renforcement des fondations en
parement maçonné (tronçon n°5)*

2.2.5 Culée de pont

Aucune culée de pont n'a été identifiée le long de la levée du val de Saint-Hilaire-Fontaine.

2.2.6 Ouvrages divers

Sont traités dans ce paragraphe les ouvrages divers (regard, pylône, borne, barrière, clôture, escalier) qui ont été relevés. L'ensemble de ces ouvrages divers peuvent présenter des facteurs aggravants à l'érosion externe en cas de surverse sur le talus val ou en pied de digue côté Loire.

❖ Regards

Il a été relevé 3 regards en crête sur l'ensemble du linéaire de cette digue.

Les conduites associées à ce regard sont susceptibles de favoriser le risque d'érosion interne par circulation de l'eau à l'interface ouvrage/sol en cas de crue.

En cas de surverse, et lorsque qu'ils sont situés en crête de digue ou sur le talus coté Val, ces éléments peuvent favoriser l'érosion superficielle du remblai de digue.



Tampon en béton sur crête coté Loire (tronçon n°2)



Regard sur dalle en béton à proximité de la station de traitement AEP (tronçon n°5)

❖ Clôtures

Il est noté des clôtures le long de la digue, avec notamment des piquets en bois le plus souvent, mais également des piquets métalliques avec grillage. La végétation tend à limiter son observation.



Clôture grillagée au milieu du talus coté val (tronçon n°1 - vu vers l'aval)

Nota : ces corps étrangers constituent des obstacles qui favorisent les turbulences et ainsi le phénomène d'érosion externe en cas de surverse sur le talus val. Ils sont aussi des facteurs aggravant l'érosion externe du côté Loire.

❖ Escaliers

Un escalier permet l'accès à la berge de la Loire au niveau du hameau de Thareau (tronçon n°2). Sur celui-ci a été installée une échelle limnimétrique. Il fait l'objet d'un renforcement en amont.

Ces ouvrages, en tant que discontinuités, peuvent favoriser l'érosion superficielle du remblai de digue en cas de crue ou de surverse.



Escalier en pierres sur talus coté Loire (tronçon n°2)

❖ Pylônes

Plusieurs pylônes ont été levés sur la digue, notamment à proximité des habitations (tronçons n°2, 4 et 5).

Ces éléments peuvent favoriser l'érosion superficielle du remblai de digue en cas de crue ou de surverse.



Pylônes en béton en amont du tronçon n°2



Poteaux en bois au niveau du tronçon n°4 (vu vers



Pylônes en béton en amont du tronçon n°5 (vu vers

*l'aval)**l'aval)***❖ Bancs**

Il a été observé deux ensembles de tables et de bancs en pied de talus coté Loire à proximité de Thareau (tronçon n°2).



Bancs et tables en pied de talus coté Loire (tronçon n°2)

❖ Autres corps

Outre les bornes kilométriques positionnées sur la crête des levées, il a été relevé un puits en pied de talus coté val au niveau du tronçon n°2.



Puits en pierres pied de talus coté val vu depuis la crête de la digue (tronçon n°2)

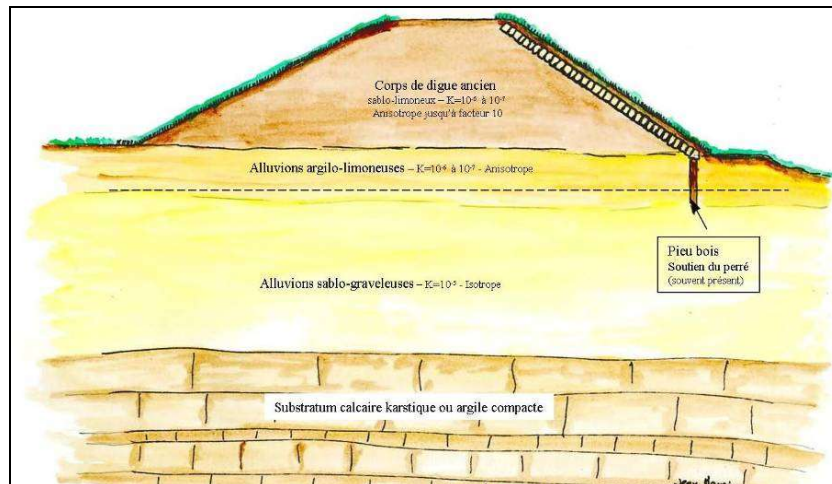
Nota : ces corps étrangers constituent des obstacles qui favorisent les turbulences et ainsi le phénomène de l'érosion externe en cas de surverse sur le talus val. Ils sont aussi des facteurs aggravant l'érosion externe du côté Loire.

2.3 RENFORCEMENTS

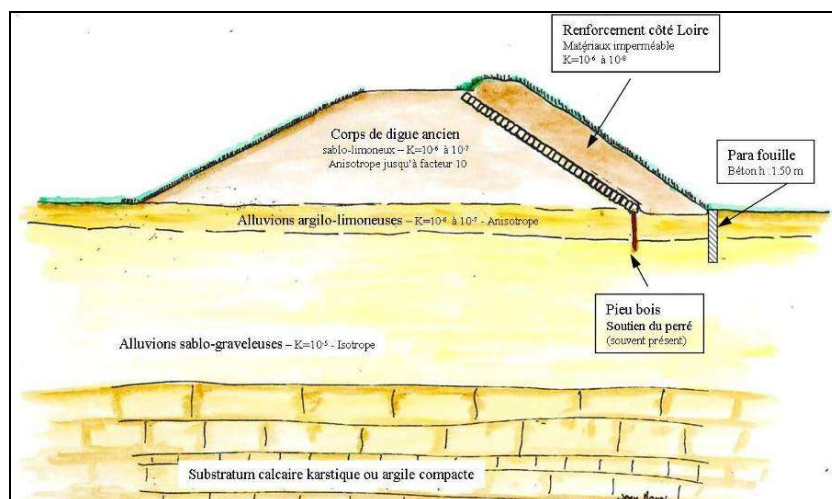
2.3.1 Renforcements du corps de digue

Il est identifié 3 principaux types de renforcements généralisés des levées :

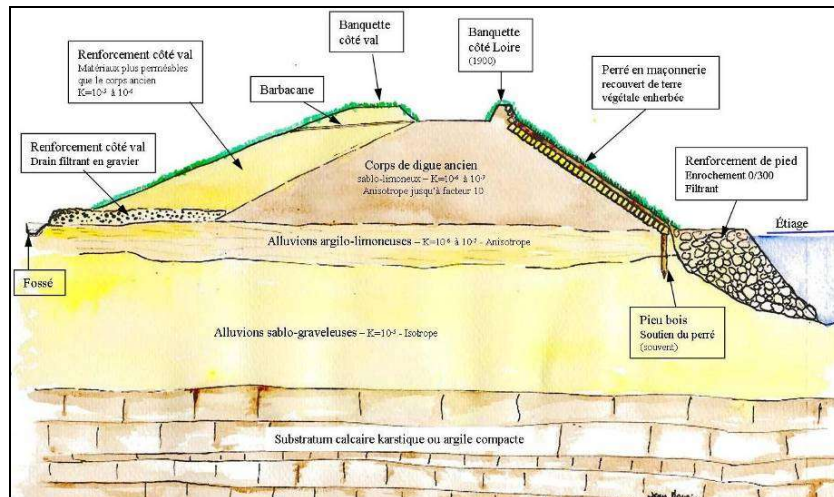
- ▶ Profil F1 : section de levée non renforcée,
- ▶ Profil F2 : section de levée renforcée coté Loire,
- ▶ Profil F3 : section de levée renforcée coté Val.



Profil en travers type F1 de la levée non renforcée



Profil en travers type F2 de la levée renforcée coté Loire



Profil en travers type F3 de la levée renforcée côté val

Il n'est pas noté de renforcement du corps de digue le long des levées de protection du val de Saint-Hilaire-Fontaine.

2.3.2 Renforcements ponctuels

Il est noté 4 zones de renforcements de la digue suivant :

- ▶ Berge et bas du talus côté Loire : mise en place d'enrochements libres au droit du secteur habité de Thareau (tronçon n°2) sur environ 350m de long. Les blocs présentent par endroit un déchaussement et un basculement dans le lit de la Loire ;
- ▶ Mise en place de parement maçonné en crête de la digue en amont du tronçon n°4. Ce renforcement n'est visible que localement sur environ 100m de long ;
- ▶ Le troisième secteur renforcé se trouve en aval du tronçon n°5 avec mise en place d'enrochements libres en pied de talus côté Loire (lit vif puis bras secondaire). Ce renforcement n'est pas visible en continue sur les 500m de linéaire en contact avec le lit vif, puis sur les 200m le long du bras secondaire ;
- ▶ Enfin il est observé un parement maçonné sur le talus côté Loire avant l'arrêt de la digue (quart de cône). Ce secteur aval est aujourd'hui très végétalisé et il est difficile d'apercevoir ce renforcement dans sa continuité.



Talus perré au niveau de la fin aval de la digue de Charrin (tronçon n°5)



Enrochements libres au niveau de la berge de la Loire (vus vers l'aval - tronçon n°2)



Enrochements intermittents au niveau de la berge de la Loire (vus vers l'amont - tronçon n°5)

2.4 POINTS FAIBLES PARTICULIERS DE LA DIGUE

2.4.1 Généralités

Les points faibles particuliers de la digue sont les suivants :

- Des pieds de digue en contact direct avec le lit vif de la Loire,
- Des zones humides en pied de digue.

2.4.2 Banquettes et interruptions de banquettes

Il n'est pas noté de banquette sur cette digue.

2.4.3 Zones de contact direct avec le lit vif de la Loire

Les tronçons de digue n° 2 et 5 sont pour partie en contact direct avec la Loire. Le linéaire total concerné est d'environ 1500ml sur le tronçon n°2 et 500ml sur le tronçon n°5. Certains secteurs en contact avec la Loire ont fait l'objet d'une dépose d'enrochements en protection du pied de digue (voir §2.3.2).

Nota : Un pied de digue en contact vif avec la Loire est directement soumis à l'agressivité du milieu fluvial (vitesse d'écoulement, remous, chocs...). Des phénomènes d'affouillement en pied de digue peuvent notamment accélérer le processus de dégradation et créer des instabilités. Le pied de digue a alors tendance à se dégrader progressivement dans le temps et de manière plus importante lors d'épisode de crue.

A terme, cela peut engendrer un risque de rupture par érosion externe. L'évaluation de ce risque et des mesures à mettre en œuvre doit passer par un diagnostic.

La présence de végétation sur une partie du pied de digue coté Loire a limité les observations de désordres éventuellement, notamment concernant le phénomène d'affouillement.



Talus coté Loire vu vers l'aval (tronçon n°2)



Berge de la Loire au niveau du tronçon n°5 (vue vers l'aval)

2.4.4 Zones humides en pied de digue

En amont de la zone de contact avec le lit vif de la Loire sur le tronçon n°5, il est noté une zone marécageuse en pied de talus coté rivière sur environ 500m de long. Cet étang fait face à 2 petites zones humides au pied du talus coté val.

Nota : La présence d'étangs à proximité de la digue peut masquer les venues d'eau et également raccourcir le trajet des infiltrations. De plus, les dépressions en eau côté val favorisent la suffusion en permettant aux particules de sortir librement en pied de digue lorsque le gradient hydraulique le permet. Le risque d'érosion interne est accru au niveau de ces zones humides coté Val.



Zone humide en pied de digue coté val sur tronçon n°5 (vue vers l'aval)



Grande zone humide en pied de talus coté Loire (vue vers l'aval – tronçon n°5)

2.4.5 Ouvertures batardables

Il n'est pas noté d'ouverture batardable.

2.5 SYNTHÈSE DE L'ÉTAT VISUEL

L'existence de désordres, ouvrages et autres points faibles indiquent que la digue est affaiblie dans les endroits où les indices de vulnérabilité ont été relevés.

Les éléments relevés sur les levées de Saint-Hilaire-Fontaine sont classés ci-après en 3 groupes de vulnérabilité de digue, établis pour le val en fonction de leur densité sur le linéaire et des risques associés :

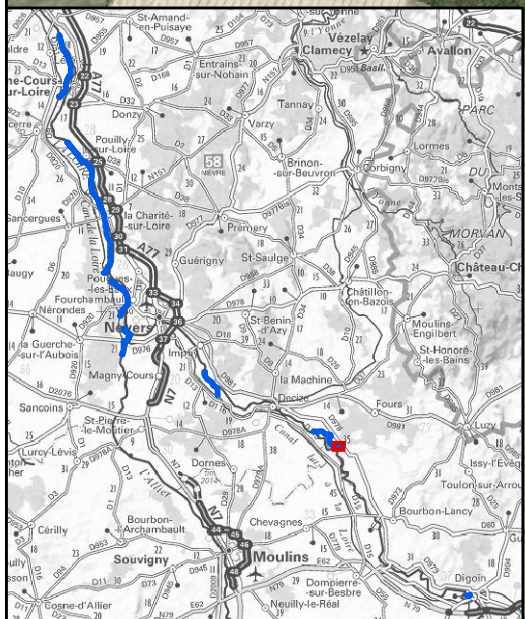
- ❖ Vulnérabilité forte (densité élevée ou moyenne avec un ou plusieurs risques pour la stabilité de digue) :
 - La présence de végétation parasite, qui augmente le risque de rupture par érosion interne et le risque de dégradation du corps de digue,
 - La présence de terriers dont certains sont traversants,
 - Les mouvements de terre qui constituent des facteurs aggravants vis-à-vis du risque de rupture par glissement et/ou par érosion interne.

- ❖ Vulnérabilité moyenne (en densité faible/ moyenne avec un risque pour la stabilité de digue ou en densité forte mais avec peu de risque pour la stabilité de la digue) :
 - Des pieds de digue non revêtus en contact direct avec le lit vif de la Loire, qui peuvent induire un risque d'érosion externe,
 - Des zones humides/fossés en eau à proximité du pied de digue, qui augmentent la probabilité de rupture par d'érosion interne,
 - Les bâtiments encastrés dans les levées, réduisant le chemin hydraulique entraînant un risque d'érosion interne,
 - Des ouvrages hydrauliques traversant la digue de part en part, qui présentent à la fois un risque d'érosion interne et un risque dû à la rupture ou au dysfonctionnement des vannes,
 - Des indicateurs de la présence de réseaux secs ou canalisations, dont la traversée de digue n'est pas confirmée visuellement.

- ❖ Vulnérabilité faible (en densité faible et avec peu de risque pour la stabilité de la digue) :
 - Des dégradations de surface de la digue (érosions, traces de circulation...),
 - Des corps étrangers (bornes, pylônes,...) constituant des facteurs aggravants vis-à-vis de l'érosion externe en cas de surverse côté Val ou en cas de crue côté Loire.

ANNEXES

ANNEXE 1 : CARTOGRAPHIE DES DÉSORDRES ET DES OUVRAGES RECENSÉS (VTA2014)



Etude de dangers des digues de classe B et C de Nièvre

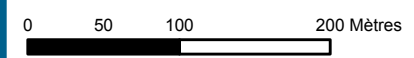
Présentation des désordres Saint-Hilaire-Fontaine

Type de désordre

- | | | | |
|-----------------------|-------------------------|--|----------------------|
| ● Corps étranger | ● Canalisation/Conduite | ● Mouvement de terrain (Glissement, Tassement, Affaissement) | ● Autres végétations |
| ● Terrier/Fontis | ● Ouvrage hydraulique | ● Végétation (Souche/VLG) | ● Autres désordres |
| ● Désordre structurel | ● Ouvrage encastré | | |
| ● Fossé/Dépression | ● Renforcement | | |

Fond : Ortho

Echelle : 1:5 000



es800750_EDD_BNDE_CARTOIRCGISIXX_DDesordres_v2.mxd



Etude de dangers des digues de classe B et C de Nièvre

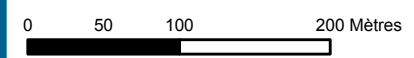
Présentation des désordres
Saint-Hilaire-Fontaine

Type de désordre

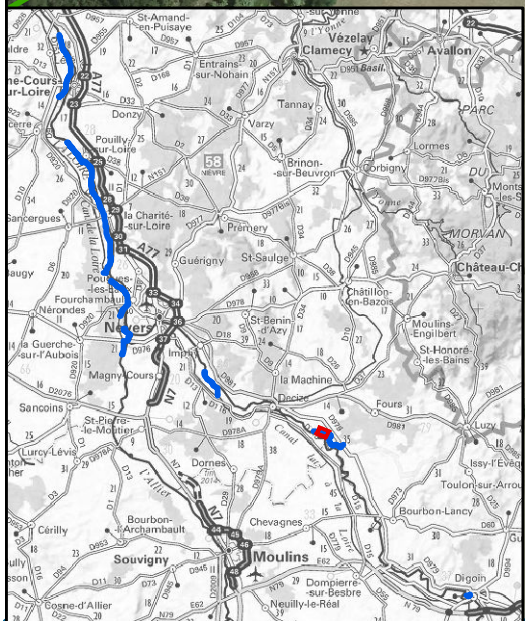
- | | | | |
|-----------------------|-------------------------|--|----------------------|
| ● Corps étranger | ● Canalisation/Conduite | ● Mouvement de terrain (Glissement, Tassement, Affaissement) | ● Autres végétations |
| ● Terrier/Fontis | ● Ouvrage hydraulique | ● Végétation (Souche/VLG) | ● Autres désordres |
| ● Désordre structurel | ● Ouvrage encastré | | |
| ● Fossé/Dépression | ● Renforcement | | |

Fond : Ortho

Echelle : 1:5 000



es80750_EDD_BNDE_CARTOARCGIS/IX/D/Desordres_v2.mxd



Etude de dangers des digues de classe B et C de Nièvre

Présentation des désordres

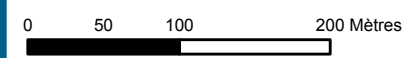
Charrin

Type de désordre

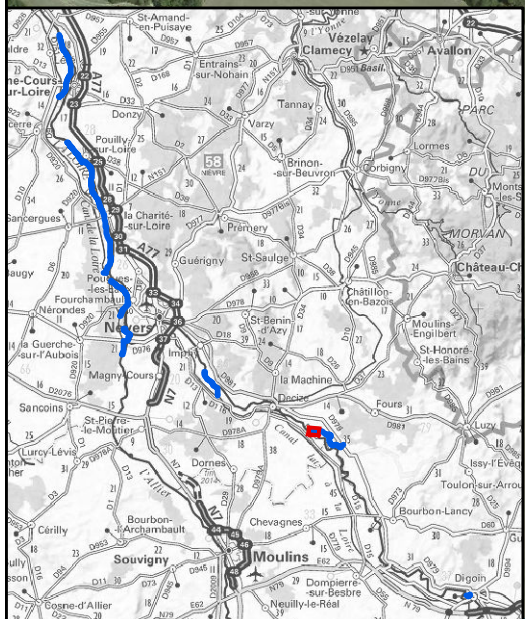
- | | | | |
|-----------------------|-------------------------|--|----------------------|
| ● Corps étranger | ● Canalisation/Conduite | ● Mouvement de terrain (Glissement, Tassement, Affaissement) | ● Autres végétations |
| ● Terrier/Fontis | ● Ouvrage hydraulique | ● Végétation (Souche/VLG) | ● Autres désordres |
| ● Désordre structurel | ● Ouvrage encastré | | |
| ● Fossé/Dépresseion | ● Renforcement | | |

Fond : Ortho

Echelle : 1:5 000



es800750_EDD_BNDE_CARTOIRCGISIXX_DIDesordres_v2.mxd



Etude de dangers des digues de classe B et C de Nièvre

Présentation des désordres

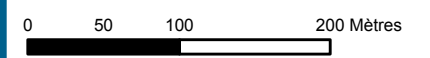
Charrin

Type de désordre

- | | | | |
|-----------------------|-------------------------|--|----------------------|
| ● Corps étranger | ● Canalisation/Conduite | ● Mouvement de terrain (Glissement, Tassement, Affaissement) | ● Autres végétations |
| ● Terrier/Fontis | ● Ouvrage hydraulique | ● Végétation (Souche/VLG) | ● Autres désordres |
| ● Désordre structurel | ● Ouvrage encastré | | |
| ● Fossé/Dépression | ● Renforcement | | |

Fond : Ortho

Echelle : 1:5 000



es800750_EDD_BRD_CARTOIRGISIXXIDDesordres_v2.mxd

ANNEXE 2 : TABLEAU DES DÉSORDRES ET DES OUVRAGES RELEVÉS (VTA2014)

Points_Desordres

NOM_VAL	ID_Carto	ID_VTA	ATTRIBUT	Désordres	commentaire	Type	PT-REF	Position	Position 2	Position 3	X	Y	Z	précision Z	Photo_1	Photo_2	Photo_3
CHARRIN	503	VEG8051	VEG	Arbre (VLI)		Point		TER	Talus Digue Terre(TADTER)		743195.41	6631363.78	198.07	0.70			
CHARRIN	504	VEG8056	VEG	Arbre (VLI)	Arbre arraché	Point		RIV	Talus Digue Riv (TADRIV)	PDI (Pied de talus)	748740.49	6628557.43	208.02	0.33			
CHARRIN	505	VEG8057	VEG	Arbre (VLI)	Arbre arraché	Point		RIV	Talus Digue Riv (TADRIV)	TOU (Toute hauteur)	748606.84	6628373.96	198.71	0.96	IMG_0032731.jpg		
CHARRIN	506	VEG8064	VEG	Arbre (VLI)		Point		TER	Talus Digue Terre(TADTER)		748000.61	6628296.58	201.07	0.35	IMG_0032737.jpg		
CHARRIN	507	VEG8065	VEG	Arbre (VLI)		Point		TER	Talus Digue Terre(TADTER)		747993.92	6628304.52	201.00	0.37			
CHARRIN	508	VEG8066	VEG	Arbre (VLI)		Point		RIV	Talus Digue Riv (TADRIV)	PDI (Pied de talus)	747981.78	6628314.96	201.30	0.19	IMG_0032739.jpg		
CHARRIN	509	VEG8067	VEG	Vég Arbustive brousaille (VAB)		Point		RIV	Talus Digue Riv (TADRIV)	MIL (Millieu talus)	747977.13	6628321.43	201.15	0.27	IMG_0032740.jpg		
CHARRIN	510	VEG8068	VEG	Souche VLI (SOUVLI)		Point		RIV	Talus Digue Riv (TADRIV)	PDI (Pied de talus)	747962.49	6628329.03	199.46	0.19	IMG_0032741.jpg		
CHARRIN	511	VEG8069	VEG	Arbre (VLI)		Point		TER	Talus Digue Terre(TADTER)		747958.63	6628353.77	200.93	0.22	IMG_0032744.jpg		
CHARRIN	512	VEG8071	VEG	Arbre (VLI)		Point		TER	Talus Digue Terre(TADTER)		747948.42	6628363.52	201.06	0.20			
CHARRIN	513	VEG8078	VEG	Vég Arbustive brousaille (VAB)		Point		RIV	Talus Digue Terre(TADTER)		747841.77	6628455.43	200.35	0.21	IMG_0032752.jpg	IMG_0033753.jpg	
CHARRIN	514	VEG8080	VEG	Arbre (VLI)		Point		RIV	Talus Digue Terre(TADTER)		747754.06	6628514.20	200.49	0.37	IMG_0032758.jpg		
CHARRIN	515	VEG8081	VEG	Arbre (VLI)		Point		RIV	Talus Digue Riv (TADRIV)	HAU (Haut talus)	747725.92	6628538.48	200.80	0.25	IMG_0032761.jpg		
CHARRIN	516	VEG8082	VEG	Vég Arbustive brousaille (VAB)		Point		TER	Talus Digue Riv (TADRIV)	TOU (Toute hauteur)	747698.35	6628551.30	200.65	0.34	IMG_0032762.jpg		
CHARRIN	517	VEG8089	VEG	Arbre (VLI)		Point		TER	Talus Digue Terre(TADTER)		745952.86	6629828.20	197.43	0.31	IMG_0032781.jpg		
CHARRIN	518	VEG8091	VEG	Arbre (VLI)		Point		RIV	Talus Digue Riv (TADRIV)	HAU (Haut talus)	746004.03	6629944.38	197.62	0.09	IMG_0032782.jpg		
CHARRIN	519	VEG8096	VEG	Arbre (VLI)		Point		TER	Talus Digue Terre(TADTER)		746113.75	6630054.21	197.67	0.12	IMG_0032787.jpg		

ANNEXE 3 : REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE (VTA2014)



IMG_0031681



IMG_0031682



IMG_0031683



IMG_0031685



IMG_0031686



IMG_0031687



IMG_0031688



IMG_0031689



IMG_0031690



IMG_0031691



IMG_0031692



IMG_0031693



IMG_0031694



IMG_0031695



IMG_0031696



IMG_0031697



IMG_0031698



IMG_0031699



IMG_0031700



IMG_0031701



IMG_0031702



IMG_0031703



IMG_0031704



IMG_0031705



IMG_0031706



IMG_0031707



IMG_0031708



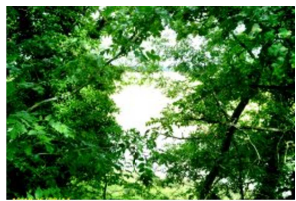
IMG_0031709



IMG_0031710



IMG_0031711



IMG_0031712



IMG_0031713



IMG_0031714



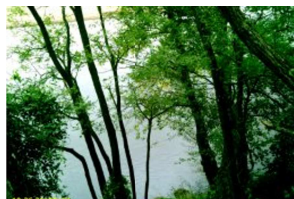
IMG_0031715



IMG_0031716



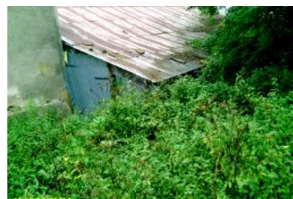
IMG_0032684



IMG_0032717



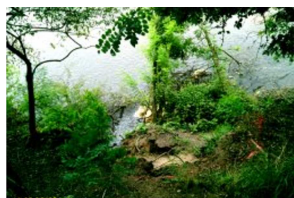
IMG_0032718



IMG_0032719



IMG_0032720



IMG_0032721



IMG_0032722



IMG_0032723



IMG_0032725



IMG_0032726



IMG_0032727



IMG_0032728



IMG_0032729



IMG_0032730



IMG_0032731



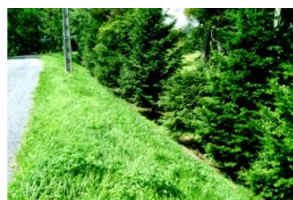
IMG_0032732



IMG_0032733



IMG_0032734



IMG_0032735



IMG_0032736



IMG_0032737



IMG_0032738



IMG_0032739



IMG_0032740



IMG_0032741



IMG_0032742



IMG_0032743



IMG_0032744



IMG_0032745



IMG_0032746



IMG_0032747



IMG_0032748



IMG_0032749



IMG_0032750



IMG_0032751



IMG_0032752



IMG_0032754



IMG_0032755



IMG_0032756



IMG_0032757



IMG_0032758



IMG_0032759



IMG_0032760



IMG_0032761



IMG_0032762



IMG_0032763



IMG_0032764



IMG_0032765



IMG_0032766



IMG_0032767



IMG_0032768



IMG_0032769



IMG_0032770



IMG_0032771



IMG_0032772



IMG_0032773



IMG_0032774



IMG_0032775



IMG_0032778



IMG_0032779



IMG_0032780



IMG_0032781



IMG_0032782



IMG_0032783



IMG_0032784



IMG_0032785



IMG_0032786



IMG_0032787



IMG_0032788



IMG_0033724



IMG_0033753



IMG_0033776



IMG_0034777