



ETUDE D'AIDE A LA DECISION POUR LE DEVENIR DE LA  
DIGUE DU BEZO A CHARLIEU  
Visite Technique Approfondie



Rapport n° : 19F-061-RL-1  
Révision n° : A  
Date : 02/08/2019

Votre contact :  
Emilie REMY-BARRAUD  
remy@isl.fr

Rapport



# Visa

Document verrouillé du 02/08/2019.

Révision	Date	Auteur	Chef de Projet	Superviseur	Commentaire
A	02/08/2019	ERE	ERE	MHP	

ERE : REMY-BARRAUD Emilie

MHP : PROST Marc-Henri

Rapport ISL  
19F-061-RL-1  
Revision A

<http://www.isl.fr/r.php?c=172802>





## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>PRINCIPE ET OBJECTIF D'UNE VISITE TECHNIQUE APPROFONDIE</b>	<b>1</b>
1.1	PRINCIPE DE LA VISITE TECHNIQUE APPROFONDIE POUR UN SYSTEME D'ENDIGUEMENT	1
1.2	DEROULEMENT DE LA VISITE	1
1.3	REPORT ET RESTITUTION DES INFORMATIONS	2
<b>2</b>	<b>POINTS A OBSERVER LORS DE LA VTA</b>	<b>2</b>
2.1	TALUS COTE RIVIERE	3
2.2	CRETE	4
2.3	TALUS COTE TERRE	5
<b>3</b>	<b>FICHES DE RELEVÉ DES DESORDRES</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>VISITE TECHNIQUE APPROFONDIE DU 16/07/2019</b>	<b>7</b>
4.1	PRESENTATION DE LA VISITE DE TERRAIN	7
4.2	CONDITIONS D'INSPECTION	7
4.3	DESCRIPTION DE LA DIGUE	8
4.3.1	CARACTERISTIQUES DE LA DIGUE	8
4.3.2	NOTION DE TRONÇON HOMOGENE	10
4.3.3	DESCRIPTION DES TRONÇONS HOMOGENES	10
4.3.3.1	Tronçon homogène 1	10
4.3.3.2	Tronçon homogène 2	12
4.3.3.3	Tronçon homogène 3	13
4.3.3.4	Tronçon homogène 4	14
4.3.3.5	Tronçon homogène 5	15
4.3.3.6	Tronçon homogène 6	16
4.3.3.7	Tronçon homogène 7	18
4.3.3.8	Tronçon homogène 8	19
4.3.3.9	Tronçon homogène 9	20
4.3.3.10	Tronçon homogène 10	22
4.3.3.11	Tronçon homogène 11	23
4.3.3.12	Tronçon homogène 12	24

4.3.3.13	Tronçon homogène 13	25
4.3.3.14	Tronçon homogène 14	26
4.3.3.15	Tronçon homogène 15	27
4.3.4	RECAPITULATIF DES CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES TRONÇONS HOMOGENES	27
4.3.5	RECAPITULATIF DES DESORDRES OBSERVES	28
4.4	SYNTHESE	30
4.5	RECOMMANDATIONS	31

## TABLE DES ANNEXES

### ANNEXE 1 FICHE TYPE GEOMORPHOLOGIE DES OUVRAGES

### ANNEXE 2 FICHE TYPE DE RELEVÉ DES DESORDRES

### ANNEXE 3 FICHES RENSEIGNÉES LORS DE LA VTA DU 16/07/2019

### ANNEXE 4 VUE EN PLAN DES TRONÇONS HOMOGENES ET DES DESORDRES LES AFFECTANT

## TABLE DES FIGURES

Figure 1 - Caractéristiques géométriques	8
Figure 2 - Tronçon homogène	10
Figure 3 - TH1 : pont de la rue Jean Jaurès et atterrissement en talus amont	11
Figure 4 - TH1 : arbres en bordure de crête	11
Figure 5 - TH1 : enrochements en talus aval	12
Figure 6 - TH2 : enherbement de la digue	12
Figure 7 - TH2 : blocs enrochés épars	13
Figure 8 - TH2 : souche dégradée, à gauche et affaissement du talus amont, à droite	13
Figure 9 - TH3 : végétation herbacée et arbustive	14
Figure 10 - Anse d'érosion sur le talus amont au TH3	14
Figure 11 - TH4 : matériau constitutif de la digue	15
Figure 12 - TH4 : talus amont	15
Figure 13 - TH5 : ouvrage singulier	16

Figure 14 - TH5 : souche en pied amont _____	16
Figure 15 - TH6 : couvert végétal _____	17
Figure 16 - TH6 : risberme en talus amont _____	17
Figure 17 - TH6 : ouvrage singulier _____	18
Figure 18 - TH7 : couvert végétal _____	18
Figure 19 - TH7 : végétation en talus amont _____	19
Figure 20 - Lentilles d'érosion aux TH7 _____	19
Figure 21 - TH8 : couvert végétal _____	20
Figure 22 - TH8 : végétation en talus amont _____	20
Figure 23 - TH9 : couvert végétal _____	21
Figure 24 - TH9 : ronciers en talus amont _____	21
Figure 25 - Arbustes et dalle béton sur le talus amont _____	22
Figure 26 - Zone de glissement et d'affaissement et d'éboulement de talus au TH9 _____	22
Figure 27 - TH10 : couvert végétal _____	23
Figure 28 - TH11 : couvert végétal _____	23
Figure 29 - TH11 : végétation arbustive et ronciers en talus amont _____	24
Figure 30 - Souche en talus amont, au TH11 _____	24
Figure 31 - TH12 : couvert végétal _____	25
Figure 32 - Lentilles d'érosion aux TH7 et TH12 _____	25
Figure 33 - TH13 : risberme en talus amont _____	26
Figure 34 - TH14 : enrochements en talus amont _____	26
Figure 35 - Affaissement des enrochements au TH14 _____	27
Figure 36 - TH15 : végétation en talus amont _____	27
Figure 37 : Ragondin traversant le Bézo en direction du talus amont de la digue _____	30

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Code des désordres.....	9
Tableau 2 - Code de gravité.....	9
Tableau 3 - Caractéristiques géométriques des tronçons homogènes .....	28
Tableau 4 – Gravité des désordres observés par type de désordres et par tronçon homogène ....	29



# 1 PRINCIPE ET OBJECTIF D'UNE VISITE TECHNIQUE APPROFONDIE

## 1.1 PRINCIPE DE LA VISITE TECHNIQUE APPROFONDIE POUR UN SYSTEME D'ENDIGUEMENT

La visite technique approfondie (VTA) est une inspection visuelle détaillée de l'ouvrage. L'examen visuel a pour objectif de repérer les signes de désordres pouvant affecter l'ensemble de l'ouvrage, et d'établir un constat à un instant donné permettant de suivre leurs évolutions par rapport aux visites antérieures (ou constat initial dans le cas de la première VTA).

La VTA est réalisée entre deux rapports de surveillance<sup>1</sup>, ainsi qu'après un événement important pour la sûreté hydraulique (EISH) susceptible de provoquer un endommagement de l'ouvrage.

La VTA est menée par des experts dans les domaines du génie civil et de la géotechnique, de l'hydraulique et de l'électromécanique si des organes hydrauliques sont présents.

## 1.2 DEROULEMENT DE LA VISITE

L'inspection doit s'effectuer en parcourant intégralement à pied le linéaire des ouvrages à diagnostiquer. L'état de la végétation et la saison ne doivent pas restreindre la visibilité des talus (absence de neige, développement minimal de la végétation, faible couverture foliaire au sol, ...).

La crête, les talus côté terre et côté rivière doivent être inspectés (fondations comprises), ainsi que le pied de la digue. Pour cela, plusieurs passages peuvent être nécessaires.

Toutes les informations visuelles doivent être reportées : les caractéristiques morphologiques externes du système d'endiguement ainsi que les désordres (y compris les désordres présumés).

Pour des raisons de sécurité, il est recommandé que cette visite soit menée par au moins deux personnes, présentant l'une et/ou l'autre des compétences en hydraulique et géotechnique/génie civil.

De manière générale, la VTA porte sur :

- Le génie civil avec une description « exhaustive » des désordres significatifs ou leurs évolutions. Les opérations de maintenance/réparation sont intégrées dans l'analyse ;
- Le dispositif d'auscultation (état apparent des appareils, anomalies,...) ;
- Les structures des organes hydrauliques si le système d'endiguement en comporte (déformations, état de la protection anticorrosion, liaison avec le génie civil, essais effectués...);
- Les dispositifs de manœuvre et les alimentations en énergie (si présence d'organes hydrauliques) ;
- Le contrôle commande, les transmissions, les alimentations électriques, les alarmes... si le système d'endiguement en comporte (état des capteurs, bilan des incidents, validation des réparations et de la maintenance et essais effectués).

---

<sup>1</sup> Les rapports de surveillance doivent être réalisés aux fréquences suivantes, conformément au décret n°2015-526 du 12 mai 2015 : digue de classe A = 3 ans, B = 5 ans, C = 6 ans.

La digue du Bézo est un merlon en terre ne comportant aucun ouvrage traversant ou connexe. La VTA porte ainsi sur :

- L'ouvrage en terre et sa fondation avec une description « exhaustive » de :
  - la géométrie de l'ouvrage (talus amont, crête, talus aval, ségonal, risberme...),
  - des protections de berge,
  - du revêtement de la crête et du talus aval,
  - la présence de végétation,
  - des désordres significatifs et de leurs évolutions,
- les travaux réalisés,
- Le dispositif d'auscultation (a priori inexistant).

### 1.3 REPORT ET RESTITUTION DES INFORMATIONS

Le compte-rendu de la visite doit être accompagné d'analyses et ne pas constituer uniquement une liste de constatations.

Le compte-rendu de la VTA comprend :

- L'intégralité des observations et des éventuels désordres observés (avec des photos/illustrations si celles-ci permettent de localiser clairement les désordres ; les photos doivent comporter des éléments permettant de connaître d'échelle de la prise de vue) ;
- Des orientations en termes de diagnostic des pathologies ;
- Des propositions de mesures à mettre en œuvre en matière de surveillance, d'exploitation, d'entretien, d'auscultation, de diagnostic ou de confortement.

Une fois le rapport réalisé, celui-ci doit être validé par le responsable de l'ouvrage et intégré au dossier du système d'endiguement. Un exemplaire du rapport accompagné d'une note précisant les suites données aux conclusions de la VTA et les délais de réalisation associés est intégré au rapport de surveillance pour transmission au service de l'État chargé du contrôle.

## 2 POINTS A OBSERVER LORS DE LA VTA

Un grand nombre de désordres pouvant affecter une digue se révèlent par des signes en surface. C'est notamment le cas pour les mouvements de terrain, l'érosion (externe mais parfois aussi interne), les ravinements, les terriers, certains types de végétation, etc.

La surveillance visuelle bénéficie d'un très grand retour d'expérience et constitue le meilleur moyen pour repérer ces désordres. Un examen initial est nécessaire pour établir un état initial de la digue, et permettre de suivre l'évolution de l'état général et des désordres à l'occasion des visites de routine et des VTA suivantes.

Dans le cadre de la digue du Bézo, la VTA doit présenter les caractéristiques morphologiques de la digue et recenser les points suivants :

- La présence de dispositifs confortatifs et leur état général ;
- La présence d'ouvrages singuliers ou de débouchés de canalisations traversantes ;
- La présence de traces d'humidité visibles sur le talus, en pied ou en contrebas ou masquées mais mises en évidence par la présence d'une végétation hydrophile ;
- Sur les talus, les signes d'instabilité (affaissements, affouillements, fissuration, anses d'érosion, lentilles de glissement d'ensemble...) ;

- Sur la crête, les signes d'instabilité d'ensemble.

Concernant les caractéristiques morphologiques de la digue, il doit impérativement être recensé les berges caractérisées par une érosion franche, et les berges fragilisées, dont les talus présentent des signes de déstabilisation (affaissements, fissuration, affouillement etc.).

Une fiche type pour décrire la géomorphologie de l'ouvrage lors de la VTA est donnée en ANNEXE 1.

Les points à observer lors de la VTA sont détaillés dans les tableaux ci-dessous, et sont en grande partie issus du « Guide pratique à l'usage des propriétaires et des gestionnaires – Surveillance, entretien et diagnostic des digues de protection contre les inondations » édité par le CEMAGREF (IRSTEA) en 2001. Les mots-clés sont mis en évidence pour faciliter la lecture des tableaux.

La reconnaissance initiale est nécessairement plus longue que celles qui suivent où il s'agit de mettre à jour les informations (ou d'en ajouter de nouvelles).

## 2.1 TALUS COTE RIVIERE

Les points à observer lors de la VTA sont listés et mis en parallèle avec les mécanismes de rupture qu'ils peuvent mettre en évidence.

Points d'observation	Mécanisme de rupture associé
Relevé de la <b>cote</b> le jour de la visite, existence de <b>laisses</b> récentes	Surverse
Verticalité du talus, <b>déchaussement de la végétation en rive, apparition / évolution d'anse d'érosion</b> (effets sur le talus des sollicitations hydrauliques fluviales)	Erosion externe / affouillements
Existence, nature et état du revêtement de la <b>protection de surface</b> (perré, masque béton, enrochement,...)	Erosion externe / affouillements
Existence, nature et état de la <b>protection de pied de talus – protection antibatillage</b> (rideau de pieux ou de palplanches, enrochement,...)	Erosion externe / affouillements
<b>Etat du contact avec le lit mineur</b> (proximité...). Direction et vitesse du courant	Erosion externe / affouillements
Apparition et/ou stade de développement de <b>ravines</b> (effets sur le talus des sollicitations externes diverses)	Erosion externe / affouillements
Pour la <b>végétation</b> : nature, développement et stabilité, racines et souches, sur ou en pied de talus	Erosion interne
Taille, localisation et densité des <b>terriers</b> , signes d'activité récente	Erosion interne
Débouchés de <b>canalisation</b> ou de <b>traversées</b> (existence, caractéristiques), aspect du contact avec le remblai, état du dispositif anti-retour éventuel	Erosion interne
Etat du <b>confortement</b> éventuel (recharge étanche, géomembrane)	Erosion interne

Points d'observation	Mécanisme de rupture associé
Etat et configuration des <b>ouvrages singuliers</b> (échelle, cale, rampe, bâtiment encastré,...)	Erosion interne
Noter la présence de <b>fontis</b> (indices de fuites)	Erosion interne
Apparition / évolution de <b>zones humides, sources</b> – Existence et état des piézomètres, mesure si possible (saturation, piézométrie)	Instabilité d'ensemble
<b>Raideur du talus</b> , présence, nature, état d'une <b>recharge, risberme</b> ,...	Instabilité d'ensemble
<b>Indices de mouvements de terrain</b> : apparition / évolution de fissures dans le terrain, bombements, loupes de glissement – désordres (fissuration, renversement) sur ouvrages rigides – arbres inclinés	Instabilité d'ensemble
Etat de la <b>voirie</b> de pied de talus	Conditions d'accès pour l'entretien et la surveillance

## 2.2 CRETE

Points d'observation	Mécanisme de rupture associé
Apparition / évolution d' <b>irrégularités sur le profil en long</b> : points bas, affaissements, ornières, état des batardeaux, portes...	Surverse
Etat du <b>revêtement</b> et du <b>dispositif fusible</b> s'il y en a un	Surverse
Etat du <b>dispositif de revanche</b> : aspect du contact avec le corps de la digue, stabilité	Surverse
<b>Fissuration longitudinale</b> sur la crête au droit d'anse d'érosion	Erosion externe / affouillements
Pour la <b>végétation</b> : nature et développement, racines et souches	Erosion interne
Taille, localisation et densité des <b>terriers</b> , indice d'activité récente	Erosion interne
Observer si présence de <b>regards de canalisation, passages en cavalier</b>	Erosion interne
Existence, nature et état du <b>rideau d'étanchéité</b> (palplanches, paroi moulée,...)	Erosion interne
Etat et configuration des <b>ouvrages singuliers</b> (porte, batardeau, bâtiment encastré,...)	Erosion interne

Points d'observation	Mécanisme de rupture associé
Noter la présence de <b>fontis</b> (indices de fuites)	Erosion interne
Existence, état des <b>piézomètres</b> et mesure si possible	Instabilité d'ensemble
Largeur de la crête (examen initial), apparition / évolution de <b>fissures longitudinales, affaissements – désordres</b> (fissuration, renversement) sur <b>ouvrages rigides</b> tels que chaussées, parapets, murets	Instabilité d'ensemble
Modification localisée du profil en travers ou de la nature de la digue ( <b>indice de brèche historique</b> )	Brèche
Existence, caractéristiques et viabilité de la <b>voirie</b> (accessibilité aux engins de terrassement et d'entretien)	Brèche Conditions d'accès pour l'entretien et la surveillance

## 2.3 TALUS COTE TERRE

Points d'observation	Mécanisme de rupture associé
Etat du <b>revêtement</b> et du <b>dissipateur aval (déversoir)</b> si existence	Surverse
Etat du <b>revêtement</b> et du <b>dissipateur aval (écoulements fluviaux dans le val)</b> si existence	Erosion externe / affouillements
Apparition et/ou stade de développement de <b>ravines, impacts de terrassement...</b> (effets sur le talus des sollicitations externes diverses)	Erosion externe / affouillements
Pour la <b>végétation</b> : nature et développement, racines et souches (sur ou en pied de talus). Contrôler si végétation hydrophile présente en pied de digue.	Erosion interne
Taille, localisation et densité des <b>terriers</b> , indice d'activité récente	Erosion interne
<b>Débouchés de canalisation</b> ou de <b>traversées</b> (existence, caractéristiques), aspect du contact avec le remblai, vanne	Erosion interne
Existence, nature et état d'un <b>confortement</b> (recharge drainante)	Erosion interne
Etat et configuration des <b>ouvrages singuliers</b> (puisard, mur de soutènement, bâtiment encastré,...)	Erosion interne
Indices de <b>fuite</b>	Erosion interne
Existence de <b>piézomètre</b> ou, en pied de talus, de <b>puits</b> ou <b>fossé</b> , état	Instabilité d'ensemble

Points d'observation	Mécanisme de rupture associé
et mesure si possible	
<b>Raideur du talus</b> , présence, nature et état d'une <b>recharge drainante</b> (lors de l'examen initial)	Instabilité d'ensemble
<b>Indices de mouvements de terrain</b> : Fissures, bombements, loupes de glissement – <b>désordres</b> (fissuration, renversement) sur <b>ouvrages rigides</b> – arbres inclinés	Instabilité d'ensemble
<b>Dépression, mare</b> ou <b>marécage</b> au-delà du pied de talus. Modification localisée du profil en travers ou de la nature de la digue.	Indice de brèche historique
Existence, caractéristiques et viabilité de la <b>voirie</b> en pied ou à proximité du pied de talus	Brèche

### 3 FICHES DE RELEVÉ DES DESORDRES

Les fiches de relevé des désordres sont construites pour chaque zone de la digue à inspecter, à savoir le talus côté rivière, la crête et le talus côté terre.

Chaque désordre est référencé par un numéro, à attribuer lors de la VTA. Nous proposons de référencer les désordres de la façon suivante :

- Désordre n°1 observé sur le talus côté rivière : « **1r** », désordre n°2 : « **2r** » etc.,
- Désordre n°1 observé sur la crête : « **1c** », désordre n°2 : « **2c** » etc.,
- Désordre n°1 observé sur le talus côté terre : « **1t** », désordre n°2 : « **2t** » etc.

Pour chaque désordre, on attribue ainsi :

- Un « code ouvrage » pour localiser le désordre : R pour côté rivière, C pour crête ou T pour côté terre,
- Un numéro arbitraire pour identifier de manière unique le désordre : 1, 2, 3...
- Un « code désordre » pour caractériser le désordre.

Pour un désordre ponctuel, localisé en un endroit précis, une photo géoréférencée permet de le situer sur une vue en plan de l'ouvrage. En revanche, pour un désordre recensé sur une certaine distance le long de la digue, une photo de début et une photo de fin (toutes deux géoréférencées) permettront de localiser le désordre sur une vue en plan.

Si le maître d'ouvrage dispose d'un récepteur GPS, ce dispositif pourra également être utilisé pour localiser les désordres sur la digue.

Sur la fiche de relevé des désordres, les colonnes « photo début » et « photo fin » permettent d'inscrire le numéro des photos correspondantes, sachant que pour un désordre ponctuel la colonne « photo fin » ne sera pas utilisée. Il est conseillé de reporter les coordonnées GPS lors du traitement des données après la visite afin d'éviter toute erreur de report.

Il est à noter que des bornes topographiques permettant de se repérer sur l'ouvrage sont à mettre en place (prestation prévue dans le cadre du présent marché). Les désordres et caractéristiques géomorphologiques pourront ainsi être localisés plus aisément. Sur la fiche de relevé de désordres, la colonne « PM » pour Point Métrique est alors à renseigner.

La colonne « description des désordres » permet de détailler ce qui a été observé sur le terrain : les évolutions depuis la dernière visite, éventuellement des mesures de distance/profondeur réalisées lors de la visite, les numéros photos correspondantes qui seront intégrées dans le dossier photo etc.

Enfin un « code gravité » est attribué aux désordres afin de déterminer si une intervention urgente est nécessaire ou non et si la sécurité de la digue est remise en cause. Nous proposons pour cela une échelle de notation de 1 à 3, avec les significations suivantes :

- 1 : désordre peu grave, à traiter à moyen terme ;
- 2 : désordre préoccupant, mais ne remettant pas en cause la sécurité de la digue dans l'immédiat. Une intervention et/ou des reconnaissances supplémentaires sont à prévoir ;
- 3 : désordre très grave remettant en cause la sécurité de l'ouvrage. Une intervention urgente est à prévoir.

Les fiches sont disponibles en ANNEXE 2 de ce rapport.

A noter que les fiches de relevé des désordres peuvent faire référence aux fiches de géomorphologie de l'ouvrage et inversement.

## 4 VISITE TECHNIQUE APPROFONDIE DU 16/07/2019

### 4.1 PRESENTATION DE LA VISITE DE TERRAIN

La visite de terrain a été réalisée le 16 juillet 2019 en présence de :

- Mme Céline DEHAVANNE et M. Victor SEVE du Syndicat Mixte des Rivières du Sornin et de ses Affluents (SYMISOA)
- Mme Emilie REMY-BARRAUD de ISL Ingénierie.

Cette première visite technique approfondie a pour but de caractériser la digue, puis dans un deuxième temps de recenser et localiser les désordres afin de pouvoir observer leur évolution lors des prochaines visites.

La digue a été inspectée intégralement à pied, sur un linéaire de 510 m, de l'amont vers l'aval.

### 4.2 CONDITIONS D'INSPECTION

Les inspections visuelles ont été réalisées par temps ensoleillé et sec. Ces conditions météorologiques favorables courraient déjà depuis plusieurs jours (derniers événements pluvieux remontant à plus de deux mois).

Le Bézo est à l'étiage ; la lame d'eau est centimétrique sur la partie amont et à sec sur les derniers mètres avant sa confluence avec le Sornin.

Les talus amont et aval et la crête étaient accessibles à pied :

- la végétation de la crête et du talus aval est maintenue à l'état d'herbacées rases,
- le talus amont est localement planté d'arbustes et de ronciers mais ne nuisant pas à l'observation du talus.

Les différentes parties de la digue sont donc accessibles et observables visuellement.

## 4.3 DESCRIPTION DE LA DIGUE

### 4.3.1 CARACTERISTIQUES DE LA DIGUE

La digue du Bézou longe le cours d'eau éponyme en rive droite, entre le pont de la rue Jean Jaurès et la confluence avec le Sornin, sur une distance d'environ 510 ml.

Lors de la visite, les caractéristiques visuelles suivantes ont fait l'objet d'un relevé (voir §2) :

- des caractéristiques géométriques de la digue,
- de la nature des matériaux composant la digue lorsque ces derniers étaient observables. Il convient de noter qu'il s'agit d'une appréciation visuelle des matériaux de surface uniquement,
- de la présence et la nature de la végétation présente au niveau du talus amont, de la crête et du talus aval,
- des protections du talus amont,
- des désordres.

Les caractéristiques géométriques de la digue se composent de :

- la largeur de la crête, définie comme la longueur de la bande quasi horizontale surplombant la digue et délimitée par les deux points de cassure correspondant aux ruptures des pentes du talus et de la berge,
- la hauteur du talus, distance entre la crête et le pied coté protégé de la digue,
- la pente moyenne du talus, soit l'inclinaison du plan moyen passant par le pied de digue et la limite de crête côté val.

La revanche, qui correspond à la différence de cote entre le niveau des plus hautes eaux (PHE) et la crête de digue, n'a pas pu être appréciée compte-tenu des conditions hydrauliques actuelles du Bézou (étiage sévère). Cette caractéristique sera appréhendée à l'aide du modèle hydraulique qui sera construit dans les phases ultérieures de l'étude.

La Figure 1 précise les caractéristiques géométriques.

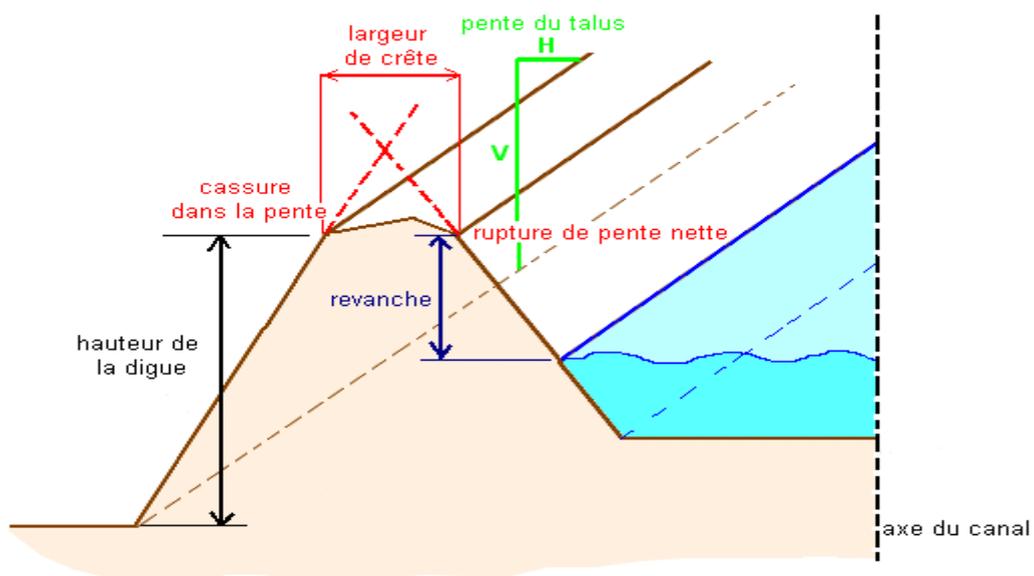


Figure 1 - Caractéristiques géométriques

Un système de codification a été mis en place afin de caractériser chaque désordre, la partie de l'ouvrage sur lequel il a été identifié et son niveau de gravité.

Les fiches de relevé de désordres sont disponibles en Annexe 2.

Le tableau suivant présente les codes utilisés dans la caractérisation des désordres sur la digue du Bézo.

**Tableau 1 - Code des désordres**

Code des désordres	Description
VEG	Présence de végétation (arbustes, ronciers, souches...)
ERD	Erosion de longueur diverse / entaille
ERF	Erosion par le fleuve
OSG	Ouvrage singulier
DAU	Désordres autres

Chaque désordre s'est vu attribuer un code de gravité, caractérisant le degré de dégradation physique, la nécessité et l'urgence d'une intervention. Ces codes de gravité sont décrits dans le tableau suivant.

**Tableau 2 - Code de gravité**

Code de gravité	Description
1	Peu grave, à traiter à moyen terme
2	Préoccupant, mais ne remet pas en cause la sécurité de l'ouvrage dans l'immédiat. Intervention ou reconnaissances supplémentaires à prévoir.
3	Très grave, remet en cause la sécurité de l'ouvrage. Intervention urgente à prévoir

### 4.3.2 NOTION DE TRONÇON HOMOGÈNE

L'inspection visuelle permet d'évaluer l'état de la digue et d'appréhender le comportement de la digue vis-à-vis des différents aléas de rupture. Cette appréciation s'effectue à l'échelle de parties de digues : les segments de bief de nature semblable offrent des réponses similaires faces aux pathologies auxquelles ils peuvent être soumis. La notion de tronçon homogène apparaît alors. Il s'agit d'une partie de digues possédant des caractéristiques géométriques et de constitution interne ainsi que des désordres laissant présupposer d'un comportement identique sur la globalité du linaire considéré.

La figure suivante illustre la notion de tronçon homogène.

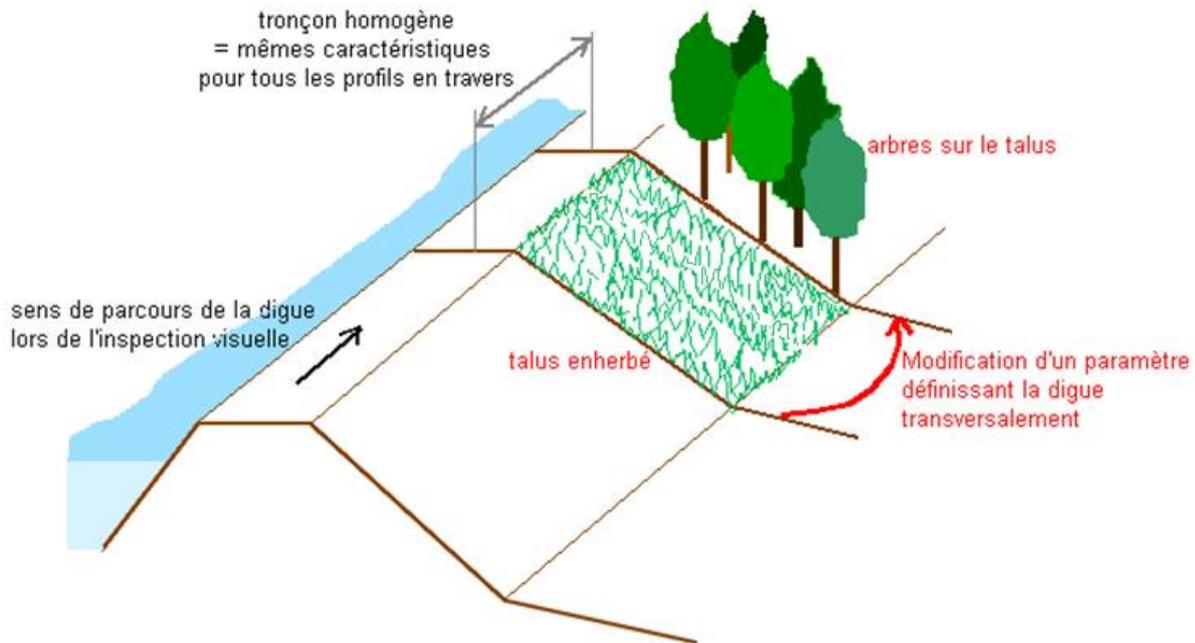


Figure 2 - Tronçon homogène

Néanmoins, sur un même tronçon homogène, une coupe n'est pas identiquement transposable à un autre profil puisqu'un regroupement des informations est réalisé et que le jugement est émis sur le comportement d'ensemble du tronçon. Le niveau de discrétisation de l'ouvrage est adapté aux enjeux et lorsque des sous-secteurs sont regroupés, l'état pris en compte correspond au plus pénalisant pour les analyses.

La numérotation des tronçons est effectuée de l'amont vers l'aval.

### 4.3.3 DESCRIPTION DES TRONÇONS HOMOGÈNES

Les tronçons homogènes et les désordres les affectant sont localisés en annexe 4.

Les tronçons homogènes présentés ci-après renvoient principalement à un découpage géométrique et à la présence et la nature de la végétation au niveau du talus amont. Leur définition sera affinée après réalisation des reconnaissances géotechniques de façon à considérer comme homogènes des portions de digue ayant un comportement similaire vis-à-vis des aléas de rupture. L'observation visuelle seule ne permet pas ce travail.

#### 4.3.3.1 Tronçon homogène 1

Le tronçon homogène 1, noté TH1, se situe sur les 12 premiers mètres à l'aval du pont de la rue Jean Jaurès.

La digue se ferme ainsi sur la culée du pont de la rue Jean Jaurès. Ce pont se compose de deux travées soutenues pas une pile centrale. La passe de rive droite est engravée. Cet engravement se poursuit devant le talus amont de la digue, formant une risberme d'environ 2 m de large (voir Figure 3). L'atterrissement est colonisé par une végétation arborée et arbustive dense (ronces, arbustes, Renouée du Japon et saules blancs). La pente du talus amont est sub verticale, de l'ordre de 0.25H/1V.



**Figure 3 - TH1 : pont de la rue Jean Jaurès et atterrissement en talus amont**

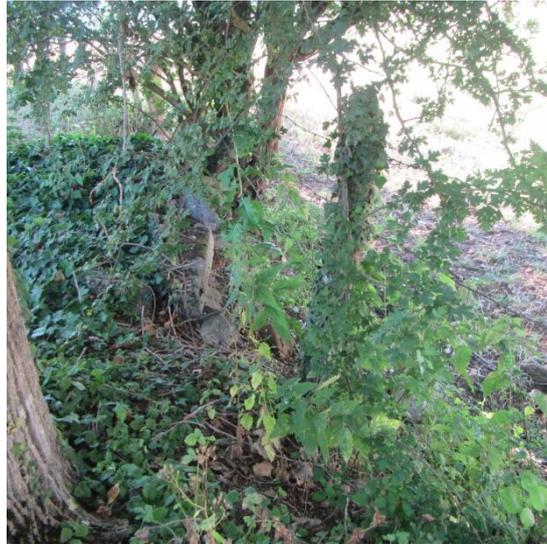
Sur ce tronçon homogène, la hauteur de digue est d'environ 2 m et la largeur de la crête est de 10 m. Si le talus amont est recouvert de ronces, de Renouée du Japon ainsi que de saules blancs, la bordure de crête est également arborée (voir Figure 4).



**Figure 4 - TH1 : arbres en bordure de crête**

Du fait de la présence d'une végétation dense et abondante, les matériaux constitutifs de la digue, sur ce tronçon homogène, n'ont pas pu être observés.

La pente du talus côté terre est de 0,25H/1V. Ce talus aval est protégé par des enrochements qui semblent jouer un rôle de soutènement.



**Figure 5 - TH1 : enrochements en talus aval**

La limite aval de ce tronçon homogène est caractérisée par le changement de géométrie de la digue. Cette limite fictive, se trouve matérialisée sur site par une clôture en fils barbelés.

#### 4.3.3.2 Tronçon homogène 2

Le tronçon homogène 2, noté TH2, s'étend sur 20 m environ.

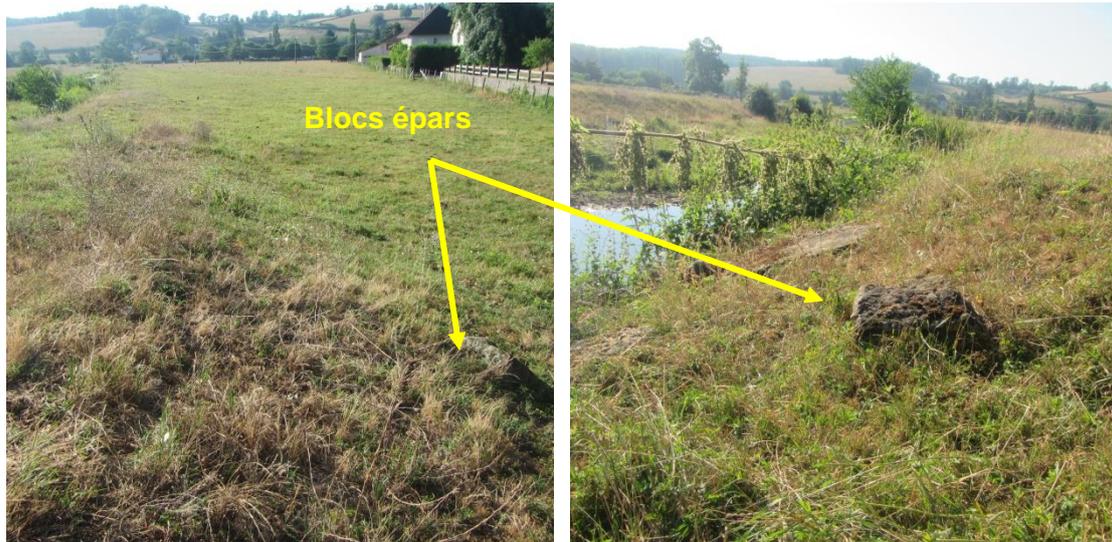
La hauteur de digue est de 2 m et la largeur de la crête est de 4 m. La pente du talus coté terre est de 2H/1V et la pente du talus coté rivière est de 2H/1V.

Toute la digue, en crête, comme sur les berges, est recouverte de végétation herbacée, tel que le montre la figure suivante.



**Figure 6 - TH2 : enherbement de la digue**

La digue est composée de sable graveleux. Des blocs de type petits enrochements de tailles variant entre 20 et 80 cm sont observés de manière éparse sur la crête et le talus amont.



**Figure 7 - TH2 : blocs enrochés épars**

Localement, on observe une souche d'arbre fortement dégradée ayant conduit à un affaissement du talus amont.



**Figure 8 - TH2 : souche dégradée, à gauche et affaissement du talus amont, à droite**

#### 4.3.3.3 Tronçon homogène 3

Le tronçon homogène 3, noté TH3, s'étend sur 14 mètres environ.

La hauteur de digue est inférieure à 1 m et la largeur de la crête est de 2 m. Cette dernière est composée de sable gravelo-limoneux recouvert d'herbe rase et diffuse.

La pente du talus coté terre est de 3H/1V et la pente du talus coté rivière est très raide avec un fruit de 0.75H/1V. Les berges sont recouvertes d'arbustes et de ronciers ainsi que de blocs en haut du talus.



**Figure 9 - TH3 : végétation herbacée et arbustive**

Une anse d'érosion est observée sur le talus amont probablement liée au décompactage des matériaux par le réseau racinaire des arbustes présents sur le talus amont.



**Figure 10 - Anse d'érosion sur le talus amont au TH3**

#### 4.3.3.4 Tronçon homogène 4

Le tronçon homogène 4, noté TH4, s'étend sur 10 m.

La hauteur de digue est de 50 cm et la largeur de la crête est de 2 m. Cette dernière est composée de sable gravo-limoneux enherbé, visible localement (voir Figure 11).



**Figure 11 - TH4 : matériau constitutif de la digue**

La pente du talus coté terre est de 3H/1V et la pente du talus coté rivière est très raide (pente de l'ordre de 0.5H/1V). Les berges, difficiles à inspecter, sont recouvertes de végétation arbustive très dense ainsi que de petits enrochements épars à diamètres variables.



**Figure 12 - TH4 : talus amont**

Le pied de digue est protégé par des enrochements.

#### 4.3.3.5 Tronçon homogène 5

Le tronçon homogène 5, noté TH5, s'étend sur 18 m.

Sur ce tronçon, les caractéristiques géométriques de la digue sont identiques au tronçon précédent, seul le couvert végétal du talus amont diffère.

La hauteur de digue est de 50 cm et la largeur de la crête est de 2 m. Cette dernière est composée de sable gravelo-limoneux enherbé (cf. Figure 11).

La pente du talus coté terre est de 3H/1V et la pente du talus coté rivière est de 0.5H/1V. Le talus amont est recouvert de végétation enherbé.

Sur ce tronçon, les vestiges d'un ouvrage ont été observés. Il paraît s'agir de de la culée d'appui d'une petite écluse qui barrait historiquement le cours d'eau à des fins d'irrigation des champs rive droite et gauche. Ce « bloc » de béton est sous-cavé et constitue une masse en crête de digue sans utilité mais pouvant déstabiliser l'ouvrage.

Il peut traduire la présence d'un ouvrage traversant ancien non référencé et correspondre à un point de fragilité de la digue. Il est recommandé de surveiller cet ouvrage en crue pour identifier d'éventuelles venues d'eau s'il s'avérait que ce dernier se prolonge dans la digue.



**Figure 13 - TH5 : ouvrage singulier**

Une souche dans un état de dégradation peu avancé en pied amont de la digue a également été observée.



**Figure 14 - TH5 : souche en pied amont**

#### 4.3.3.6 Tronçon homogène 6

Le tronçon homogène 6, noté TH6, s'étend sur 14 m.

La hauteur de digue est de 50 cm et la largeur de la crête est de 2 m. Cette dernière est composée de sable gravo-limoneux recouvert d'herbe rase.



**Figure 15 - TH6 : couvert végétal**

La pente du talus coté terre est de 2.5H/1V et la pente du talus coté rivière est de 1H/1V. Le talus amont est recouvert de végétation herbacée et d'un arbuste (cf. Figure 15). Ce talus se caractérise par la présence d'une risberme amont de largeur variant de 50 cm à 2 m.



**Figure 16 - TH6 : risberme en talus amont**

Une longrine en béton grossier d'une longueur de 3 m. est implantée en crête de digue. Il pourrait s'agir d'un vestige d'un ancien canal en aval de la prise d'eau. Cette longrine ne présente pas de sous-cavage ou risque d'instabilité tels qu'observés sur le TH5. Elle constitue toutefois une masse inutile en crête de digue pouvant nuire à sa stabilité dans le cas d'un enchainement de mécanisme de rupture.



**Figure 17 - TH6 : ouvrage singulier**

#### 4.3.3.7 Tronçon homogène 7

Le tronçon homogène 7, noté TH7, s'étend sur 72 m.

La hauteur de digue est de 50 cm et la largeur de la crête est de 2 m. Cette dernière est composée de sable gravelo-limoneux et est enherbée.



**Figure 18 - TH7 : couvert végétal**

La pente du talus coté terre est de 2.5H/1V et la pente du talus coté rivière est de 1.5H/1V.

Le talus amont est recouvert de végétation herbacée et de ronciers. Les ronciers gênent l'observation des désordres.

Le talus comporte une risberme variant de 30 à 50 cm de large, servant de cheminement préférentiel au bétail traversant du champ de pâturage rive gauche vers celui rive droite à travers le Bézo et en empruntant la digue. Ce piétinement a pour effet de localement mettre à nu les matériaux du talus amont et créer des lentilles d'érosion.



**Figure 19 - TH7 : végétation en talus amont**



**Figure 20 - Lentilles d'érosion aux TH7**

#### 4.3.3.8 Tronçon homogène 8

Le tronçon homogène 8, noté TH8, s'étend sur 59 m.

La hauteur de digue est de 1 m et la largeur de la crête est de 2 m. Cette dernière est composée de sable gravo-limoneux enherbé.



**Figure 21 - TH8 : couvert végétal**

La pente du talus coté terre est de 2.5H/1V et la pente du talus coté rivière est de 2H/1V. Le talus amont est recouvert de végétation herbacée, de ronciers ainsi que d'arbustes issus des souches d'arbres abattus et non déracinés. Le pied de berge est affouillé de façon généralisée sur l'intégralité du linéaire de ce tronçon.



**Figure 22 - TH8 : végétation en talus amont**

#### 4.3.3.9 Tronçon homogène 9

Le tronçon homogène 9, noté TH9, s'étend sur 60 m environ.

La hauteur de digue est de 2 m et la largeur de la crête est de 2 m. Cette dernière est composée de sable gravelo-limoneux enherbé.



**Figure 23 - TH9 : couvert végétal**

La pente du talus coté terre est de 2.5H/1V et la pente du talus coté rivière est de 2H/1V. Le talus amont est recouvert de végétation herbacée et localement, de ronciers.



**Figure 24 - TH9 : ronciers en talus amont**

Une dalle béton, probablement issue d'un dépôt sauvage a été observée sur le talus amont.



**Figure 25 - Arbustes et dalle béton sur le talus amont**

Le passage du bétail sur la digue est à l'origine de la mise à nu des matériaux composant la digue. Un glissement généralisé du talus et des éboulements sont observés. Il est possible qu'ils découlent du sous-cavage du talus amont et de la perte de butée qui en découle, phénomène aggravé par le passage des bovins qui crée une surcharge.



**Figure 26 - Zone de glissement et d'affaissement et d'éboulement de talus au TH9**

#### 4.3.3.10 Tronçon homogène 10

Le tronçon homogène 10, noté TH10, s'étend sur environ 12 m.

La hauteur de digue est de 2 m et la largeur de la crête est de 1 m. Cette dernière est composée de sable gravo-limoneux enherbé.



**Figure 27 - TH10 : couvert végétal**

La pente du talus coté terre est de 2.5H/1V et la pente du talus coté rivière est raide, de 1H/1V. Le talus amont est recouvert de végétation herbacée et localement, de ronciers. Le pied amont de la digue est affouillé et un affaissement généralisé du talus amont caractérise ce tronçon.

#### 4.3.3.11 Tronçon homogène 11

Le tronçon homogène 11, noté TH11, s'étend sur 21 m.

La hauteur de digue est de 2 m et la largeur de la crête est de 1.5 m. Cette dernière est composée de sable gravelo-limoneux enherbé.



**Figure 28 - TH11 : couvert végétal**

La pente du talus coté terre est de 2 à 2.5H/1V et la pente du talus coté rivière est raide, de 1H/1V. Le talus amont est recouvert de végétation arbustive ainsi que de ronciers.



**Figure 29 - TH11 : végétation arbustive et ronciers en talus amont**

Deux souches, implantées en pied de talus amont et très avancées dans le lit de la rivière, ont été observées. Elles sont susceptibles générer une perturbation de l'écoulement en crue et causer une érosion localisée du parement. Cette érosion déstabiliserait alors la digue qui pourrait finalement rompre par le biais de mécanismes multiples (érosion interne et/ou instabilité). L'absence d'indication d'érosion du talus à proximité permet de nuancer ce risque.



**Figure 30 - Souche en talus amont, au TH11**

#### 4.3.3.12 Tronçon homogène 12

Le tronçon homogène 12, noté TH12, s'étend sur 22 m.

La hauteur de digue est de 2 m et la largeur de la crête est de 1.5 m. Cette dernière est composée de matériaux d'apparence moins graveleuse que sur les précédents tronçons (Dmax inférieur).



**Figure 31 - TH12 : couvert végétal**

La pente du talus coté terre est de 2H/1V et la pente du talus coté rivière est de 1H/1V. Le talus amont est recouvert de végétation herbacée. Le talus amont est fortement érodé par le passage du bétail et une lentille d'érosion est observée.



**Figure 32 - Lentilles d'érosion aux TH7 et TH12**

#### 4.3.3.13 Tronçon homogène 13

Le tronçon homogène 13, noté TH13, s'étend sur 87 m.

La hauteur de digue est de 2.2 m et la largeur de la crête est de 1.5 m. Cette dernière est composée de sable gravo-limoneux enherbé.

La pente du talus coté terre est de 2.5H/1V et la pente du talus coté rivière est de 1 à 1.5H/1V. Le talus amont est recouvert de végétation herbacée et de ronciers nuisant aux observations de terrain de par leur densité et compacité.

Une risberme de largeur variant de 1 à 4 m se trouve implantée dans la continuité du talus amont, une dizaine de centimètres au-dessus du lit d'étiage du Bézo.



**Figure 33 - TH13 : risberme en talus amont**

#### 4.3.3.14 Tronçon homogène 14

Le tronçon homogène 14, noté TH14, s'étend sur 55 m.

La hauteur de digue est de 2 m et la largeur de la crête est de 2 m. Cette dernière est composée de sable gravo-limoneux enherbé.

La pente du talus coté terre est de 2.5/1 et la pente du talus coté rivière est nulle du fait de sa protection par des blocs d'enrochements agencés sous la forme d'un parement vertical. La présence d'un géotextile entre les enrochements et le corps de digue paraît peu probable au regard de la végétation arbustive se développant entre les blocs ou du moins d'un géotextile dans un état correct (des apports de limons entre les blocs au gré des crues peuvent constituer un substrat suffisant pour le développement d'arbustes, qui vont ensuite perforer le géotextile).



**Figure 34 - TH14 : enrochements en talus amont**

Un affaissement en crête derrière les enrochements est observé. Il peut s'expliquer :

- Soit par le passage du bétail. Un chemin préférentiel remonte le long du talus amont jusqu'à la crête au droit de la jonction du talus amont avec le parement enroché,

- Soit par emport de matériaux par ruissellement des eaux de pluie, d'autant que la crête présente une légère pente inclinée vers le cours d'eau et que le géotextile entre la digue et les enrochements semble absent ou en mauvais état.



**Figure 35 - Affaissement des enrochements au TH14**

#### 4.3.3.15 Tronçon homogène 15

Le tronçon homogène 15, noté TH15, s'étend sur 32 m.

La hauteur de digue est de 2 m et la largeur de la crête est de 2 m. Cette dernière est composée de sable gravo-limoneux enherbé.

La pente du talus coté terre est de 2.5H/1V et la pente du talus coté rivière est de 2H/1V. Le talus amont est composé de végétation herbacée et de ronciers localement.



**Figure 36 - TH15 : végétation en talus amont**

### 4.3.4 RECAPITULATIF DES CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES TRONÇONS HOMOGENES

Les caractéristiques géométriques des différents tronçons homogènes sont regroupées dans le tableau suivant.

**Tableau 3 - Caractéristiques géométriques des tronçons homogènes**

	Longueur (en m)	Hauteur de la digue (en m)	Largeur de crête (en m)	Pente du talus coté terre (H/V)	Pente du talus coté rivière (H/V)
TH1	12	2	10	3/1	3/1
TH2	19	2	4	2/1	2/1
TH3	14	<1	2	3/1	0,75/1
TH4	10	0.5	2	3/1	0,5/1
TH5	18	0.5	2	3/1	0,5/1
TH6	14	0.5	2	2,5/1	1/1
TH7	72	0.5	2	2,5/1	1,5/1
TH8	59	1	2	2,5/1	2/1
TH9	62	2	2	2,5/1	2/1
TH10	12	2	1	2,5/1	1/1
TH11	21	2	1.5	2 à 2,5/1	1/1
TH12	22	2	1.5	2/1	1/1
TH13	87	2.2	1.5	2,5/1	1 à 1,5/1
TH14	55	2	2	2,5/1	0
TH14	32	2	2	2,5/1	2/1

#### 4.3.5 RECAPITULATIF DES DESORDRES OBSERVES

Ces désordres sont regroupés dans le tableau suivant et détaillés en annexe 3.

**Tableau 4 – Gravité des désordres observés par type de désordres et par tronçon homogène**

	Végétation (arbustes, ronciers, souches...) VEG TAL	Erosion externe par le Bézo, affouillement ERF TAL	Erosion du talus amont dû piétinement du bétail ERD TAL	Enrochements/blocs épars sur le talus DAU TAL	Ouvrage singulier en crête OSG CRE
TH1					
TH2	1 à 2			1	
TH3	2	1 à 2		1	
TH4					
TH5	1				2
TH6	1		2		1
TH7	1		2		
TH8					
TH9	1		2 à 3		
Th10					
TH11	1 à 2				
TH12			1 à 2		
TH13	1				
TH14			2		
TH15					

Il est à souligner que si aucun terrier d'animaux fouisseurs n'a été observé, un ragondin a été vu traversant le Bézo en direction du talus amont de la digue.

Des terriers peuvent être présents sans avoir été observés (sous des ronces ou sous le niveau d'eau lors de la visite).



Figure 37 : Ragondin traversant le Bézo en direction du talus amont de la digue

#### 4.4 SYNTHÈSE

La digue du Bézo s'étend sur 510 ml et offre des caractéristiques géométriques relativement similaires le long de son parcours :

- Une largeur de crête de l'ordre de 2 m, localement plus étroite de TH10 à TH13,
- Une hauteur de digue variant de 50 cm à 2 m avec des pentes de talus aval relativement douces de 2 à 3 H/1V,
- Un talus amont globalement raide avec des pieds de talus affouillés.

La berge et le talus amont de la digue sont confondus sur environ 65% du linéaire (de TH1 à TH5 inclus, de TH8 à TH12 inclus, TH14 et TH15).

Si la crête et le talus aval présentent une végétation herbacée entretenue et maintenue rase, le talus amont était historiquement arboré et les arbres ont été abattus sans dessouchage, laissant des souches dans des états de dégradation variables. Un affaissement a pu être constaté au droit d'une souche (TH2) et certaines d'entre elles sont très avancées dans le lit mineur, faisant craindre des désordres sur l'ouvrage en cas de crue (TH11).

D'autre part, il a pu être observé le passage de bovins de la rive gauche vers la rive droite, sans passage à gué aménagé à cet effet. Les animaux traversent le Bézo et accèdent au champ rive droite en empruntant les berges et le talus de la digue. Des traces de passages préférentiels exempts de toute végétation (matériaux composant le corps de digue crus) et des signes d'érosion externe sont observés au niveau de ces secteurs.

Les matériaux observés en crête et sur le talus amont mis à nu par le passage du bétail sont de nature identique : aucune interface n'est détectée entre le corps de digue et sa fondation au niveau de la berge. La digue semble composée de façon homogène de matériaux sablo-graveleux. Cette observation est cohérente avec la technique de construction par déblais / remblais de la digue lors du recalibrage / rectification du Bézo. Des blocs épars sont toutefois observés sur la partie amont de la digue, ainsi que des gravats en béton, laissant craindre l'introduction de matériaux tout-venants dans le corps de la digue lors de sa construction.

La présence d'un ouvrage singulier (ancienne prise d'eau) peut également fragiliser l'ouvrage selon les modalités adoptées lors de la construction de la digue au droit de l'ouvrage.

Aucun terrier d'animaux fouisseurs n'a été observé, ce qui n'exclut pas leur présence notamment sous des ronces ou sous le niveau d'eau lors de la visite, d'autant qu'un ragondin a été vu traversant le Bézo en direction du talus amont de la digue.

## 4.5 RECOMMANDATIONS

Au regard des observations visuelles effectuées et en vue de préserver l'ouvrage, il est recommandé de :

- Eloigner le bétail du cours d'eau et ainsi éviter la dégradation des berges et de la digue, voir si possible, limiter son passage de la rive gauche vers la rive droite ;
- Procéder à un fauchage régulier de la végétation (a minima un passage annuel préférentiellement en hiver) de façon à maintenir en état de strate herbacée rase sur la crête et sur le talus aval ;
- Sur les secteurs érodés / mis à nu par le passage du bétail, réensemencer localement pour minimiser l'érosion externe de surface ;
- Supprimer les souches d'arbres morts et reconstituer le corps de digue à l'aide de matériaux compactés ;
- Traitement du foyer de Renouée du Japon pour éviter leur dissémination et propagation, notamment compte-tenu de la présence de terres nues au droit du passage du bétail.

Il apparaît également important de vérifier l'existence ou non de terriers d'animaux fouisseurs : une inspection est à programmer à l'étiage après avoir procédé au débroussaillage et au fauchage des ronciers, conditions nécessaires à une inspection visuelle fiable.

Une surveillance de la digue au droit de l'ouvrage singulier est également préconisée en crue.

Le diagnostic initial de la digue nécessite d'identifier les matériaux composant le corps de l'ouvrage et sa fondation, ainsi que leur zonage transversal et longitudinal. Des reconnaissances géotechniques et géophysiques sont préconisées.

# ANNEXE 1 FICHE TYPE GEOMORPHOLOGIE DES OUVRAGES

## ANNEXE 2 FICHE TYPE DE RELEVÉ DES DESORDRES

## ANNEXE 3 FICHES RENSEIGNEES LORS DE LA VTA DU 16/07/2019

## ANNEXE 4 VUE EN PLAN DES TRONÇONS HOMOGENES ET DES DESORDRES LES AFFECTANT