



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DE LA NIEVRE

Études de dangers des digues domaniales de classe B du département de la Nièvre – Val de Decize S03 – Étude morphodynamique locale

V1



HFG23585W

Mars 2015

Table des matières

1.	Introduction.....	5
1.1	Objectifs de l'étude morphodynamique.....	5
1.2	Présentation du site étudié.....	5
1.3	Outils à l'étude morphologique.....	6
1.4	Cartographie établie suite à la visite des sites le 16 mai 2014.....	6
2.	Descriptions des principales unités morphologiques de la Loire au niveau des levées de Decize.....	8
2.1	Préambule.....	8
2.2	Levée de la Jonction 2 ^{ème} section.....	8
2.3	De l'écluse aval du port de la Jonction au pont de la D978a.....	13
2.4	Du pont de la D978a à la confluence Loire-Aron.....	16
2.5	De la confluence au barrage de Saint Léger des Vignes.....	20
2.6	Synthèse.....	23
3.	Bilan sur la morphodynamique du fleuve le long du val étudié.....	24

Liste des figures

Figure 1 : Cartographie des observations morphologiques suite à la visite de mai 2014 dans le secteur du val de Decize (58).....	7
Figure 2: Localisation du secteur au droit de la levée de la Jonction 2 ^{ème} section - val de Decize (58)	8
Figure 3 : Etendue de la prairie recouvrant le franc-bord, en arrière plant un cordon arboré- vue depuis la berge - val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)	9
Figure 4 : Localisation des méandres de la Loire sur au niveau de la levée de la Jonction 2ème section - val de Decize (58).....	9
Figure 5 : Vue du coude n°2 depuis l'écluse aval du port de la Jonction - val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)	10
Figure 6 : Zone d'érosion lorsque la berge est à nue - franc de la levée de la Jonction 2ème section - val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)	10
Figure 7 : A gauche l'ouvrage déversant dans la Loire, à droite le béton renforçant les pieds de berges - val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)	11
Figure 8 : Evolution du dépôt sableux du coude n°1 entre 1969 et 2011 (Géoportail et Google maps)	11
Figure 9 : Dépôt sableux et bras secondaire en rive droite de la Loire - val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)	12
Figure 10 : Zone de hauts fonds au niveau des coudes 1 et 2 - val de Decize (58) (Google maps 2011)	12
Figure 11 : Localisation du secteur entre l'écluse aval du port de la Jonction et le pont de la D978a - val de Decize (58).....	13
Figure 12 : Etat du perré en pierre sur le talus de la Jonction 3ème section (Egis Eau 16/05/2014)	14
Figure 13 : Etat de la levée de la Jonction 3ème section après l'écluse aval du port de la Jonction - val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)	14
Figure 14 : Dépôt sédimentaire en rive droite au niveau du Gué du Loup (Egis Eau 16/05/2014).....	15
Figure 15 : Localisation probable d'un épi facteur aggravant dans le dépôt observé en rive droite - val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)	15
Figure 16 : Localisation du secteur entre le pont de la D978a et la confluence Loire-Aron- val de Decize (58)	16
Figure 17 : Evolution de l'îlot entre 2002 à gauche (source Géoportail) et 2014 à droite (source Google maps)- val de Decize (58).....	17
Figure 18 : Îlot formé en aval immédiat du pont de la D978a - val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)	17
Figure 19 : Quai d'accostage en rive droite à l'aval du pont de la D978a- val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)	18
Figure 20 : Suite continue d'affaissement des berges en rive gauche -val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)	18
Figure 21 : Bras mort localisé dans la forêt de Caqueray à une m de la Loire- val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)	19
Figure 22 : Renforcement des berges de la rive gauche par des rochers- forêt de Caqueray val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)	19

Figure 23 : Localisation du secteur d'étude au niveau du barrage de Saint Léger des Vignes - val de Decize (58).....	20
Figure 24 : Confluence de la Loire et de l'Aron- val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)	21
Figure 25 : Déversoir de sécurité du barrage de Saint Léger des Vignes -val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)	21
Figure 26 : Dépôt de part et d'autre du déversoir de sécurité du barrage de Saint Léger des Vignes- val de Decize (16/05/2014).....	22
Figure 27 : Evolution du lit mineur de la Loire à l'aval du barrage entre 1981 et 2002 (Géoportail).....	22

1. Introduction

1.1 Objectifs de l'étude morphodynamique

La Loire est un hydrosystème fluvial, c'est-à-dire un système complexe physique et biologique comprenant un ensemble de communautés vivantes aquatiques, semi-aquatiques et terrestres, soumises à la présence d'une nappe aquifère. Son équilibre dynamique repose sur :

- des échanges de tous types entre ces milieux ;
- une variété de milieux physiques et biologiques qui s'interpénètrent ;
- un fonctionnement en trois dimensions (longitudinale, transversale et verticale), variant dans le temps principalement sous l'influence des conditions hydrologiques (débits) et morphologiques (dynamique du fleuve).

La Loire est un fleuve particulièrement mobile. Au niveau du val de Decize, le fleuve s'écoule majoritairement dans **un lit majeur endigué**, protégeant des vals urbanisés et abritant de considérables enjeux économiques et humains soumis aux risques d'inondations.

A l'état naturel, une rivière adapte son cours aux évolutions de son environnement : la rivière calibre elle-même le gabarit de son lit, le transport des sédiments et l'érosion des berges contribuent au bon fonctionnement de la rivière, ...

Cependant, il est recherché une certaine « maîtrise » du fleuve afin de garantir la protection des personnes et des biens des vals étudiés. L'objectif de l'étude morphodynamique est d'identifier les phénomènes visant à déstabiliser les levées dans le lit majeur rive gauche de la Loire.

1.2 Présentation du site étudié

La levée du Val de Decize est comprise entre l'écluse en amont du Port de la Jonction et le déversoir de Caqueray en aval. Située en rive gauche de la Loire sur 2.1 km, elle protège directement la rive gauche de la ville de Decize.

Ce linéaire de digue présente les singularités suivantes :

- Un ouvrage traversant : pont de la D978a,
- Deux écluse en amont et aval du Port de la Jonction, dont une (écluse aval) directement en contact avec la Loire,
- Des épis aujourd'hui sous les eaux ou recouvert de sédiments,
- Un déversoir sur les 75 derniers mètres de la levée.

Le barrage de Saint Léger des Vignes, au nord de Decize influence énormément la morphodynamique de la Loire. Les constations formulées à Decize intègrent l'influence du barrage.

NB : *Les berges en rive droite sont ponctuellement protégées ou endiguées limitant localement toute évolution latérale.*

1.3 Outils à l'étude morphologique

La morphologie de la Loire évolue continuellement aux grés des crues, de l'activité humaine et de la géologie locale.

Les documents cartographiques et photographiques permettent de mettre en évidence la tendance d'évolution du cours d'eau.

Dans la présente étude, la comparaison des photographies aériennes (2000) fournies par le Système d'Information et d'Evolution du Lit de la Loire et de ses principaux affluents (SIEL) ou le site internet de l'IGN, Géoportail (2002, 2011 et historiques), couplée à des visites de terrain, ont permis de dresser un état des lieux de la morphologie de la Loire sur les deux rives, en s'attardant plus particulièrement sur la rive gauche des sous-systèmes du val de Decize en 2014.

NB : Lors de la visite de terrain du 16 mai 2014, la Loire était en période de basses eaux. La station de Decize située au barrage indiquait des hauteurs d'eau de 1.34 m à 1.36 m.

1.4 Cartographie établie suite à la visite des sites le 16 mai 2014

La cartographie suivante a été établie suite à la visite de site réalisée le 16 mai 2014.

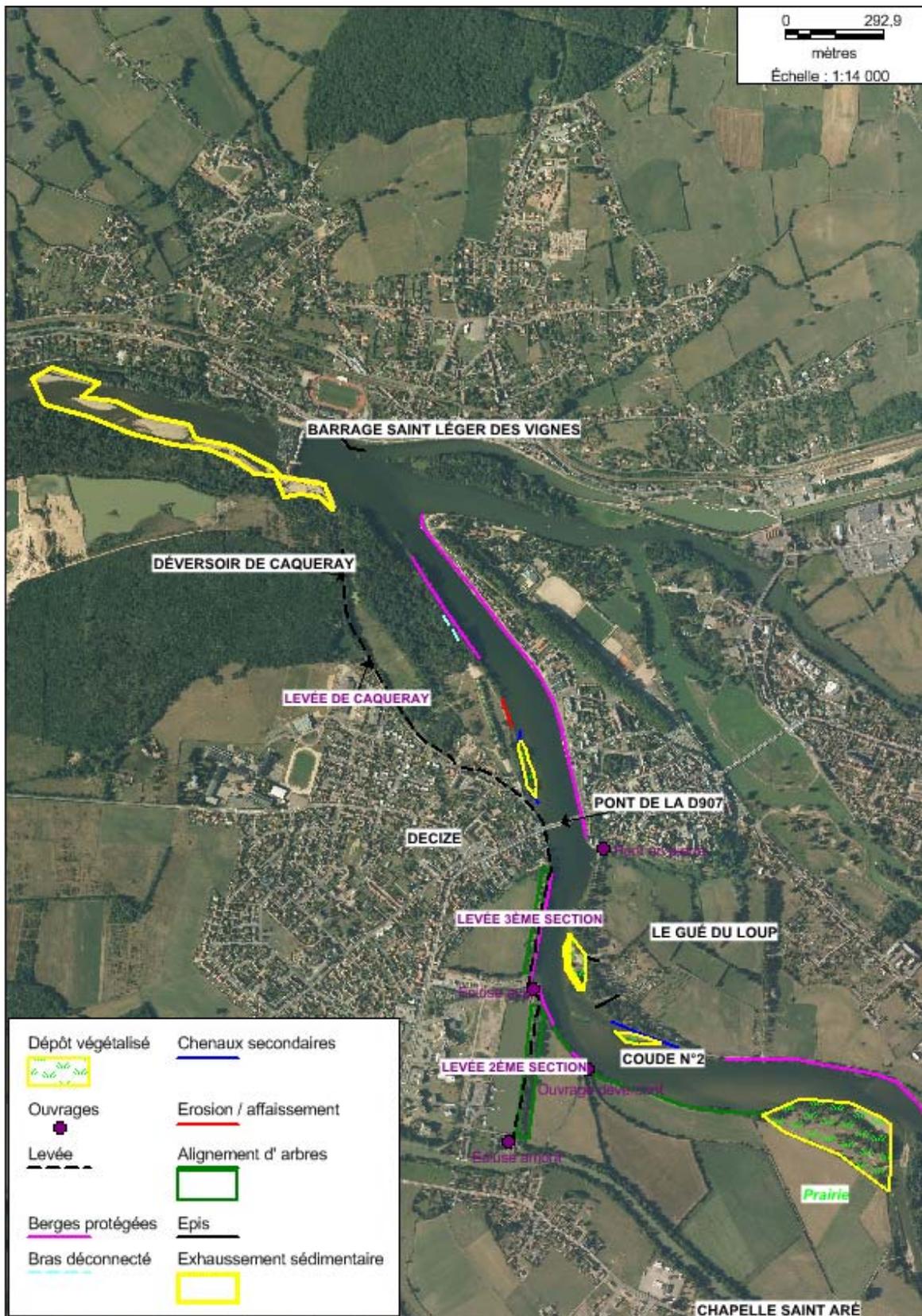


Figure 1 : Cartographie des observations morphologiques suite à la visite de mai 2014 dans le secteur du val de Decize (58)

2. Descriptions des principales unités morphologiques de la Loire au niveau des levées de Decize

2.1 Préambule

La Loire au niveau de Decize a un tracé méandrique de l'amont jusqu'au port de la Jonction, puis le tracé devient rectiligne en traversant Decize. Au Nord de Decize, l'Aron vient confluer avec la Loire un peu en amont du barrage de Saint Léger des Vignes.

2.2 Levée de la Jonction 2^{ème} section

La levée de la Jonction 2^{ème} section débute à l'écluse amont du port de la Jonction et se termine à l'écluse aval du port de la Jonction.

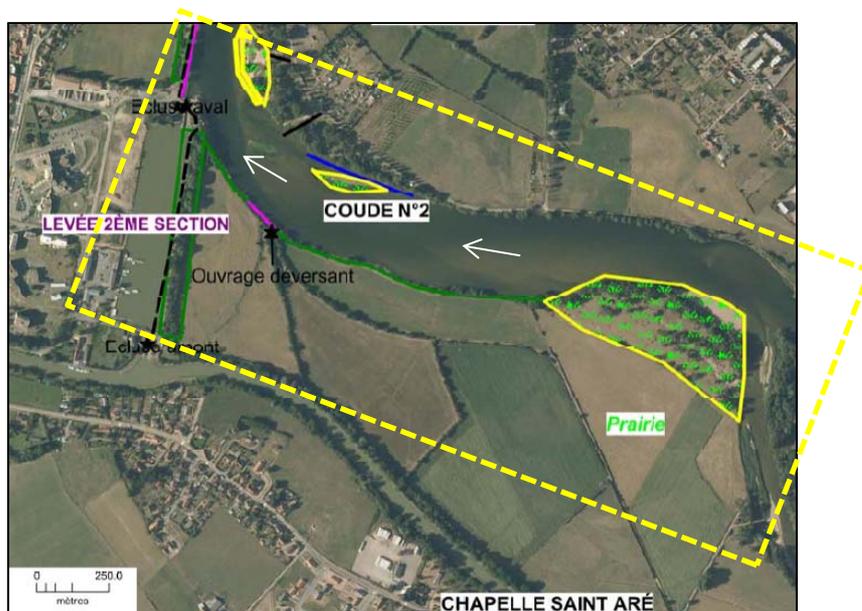


Figure 2: Localisation du secteur au droit de la levée de la Jonction 2^{ème} section - val de Decize (58)

Sur ce tronçon, la levée n'est pas en contact direct avec le lit vif de la Loire. Le lit majeur de la Loire est occupé par un important franc bord faisant jusqu'à 500 m de long. Ce franc-bord, jouant le rôle de champ d'expansion lors de crue est à majorité recouvert de prairies (Figure 3). Quelques arbres sont implantés formant un cordon arborescent utilisé dans la délimitation des prairies.

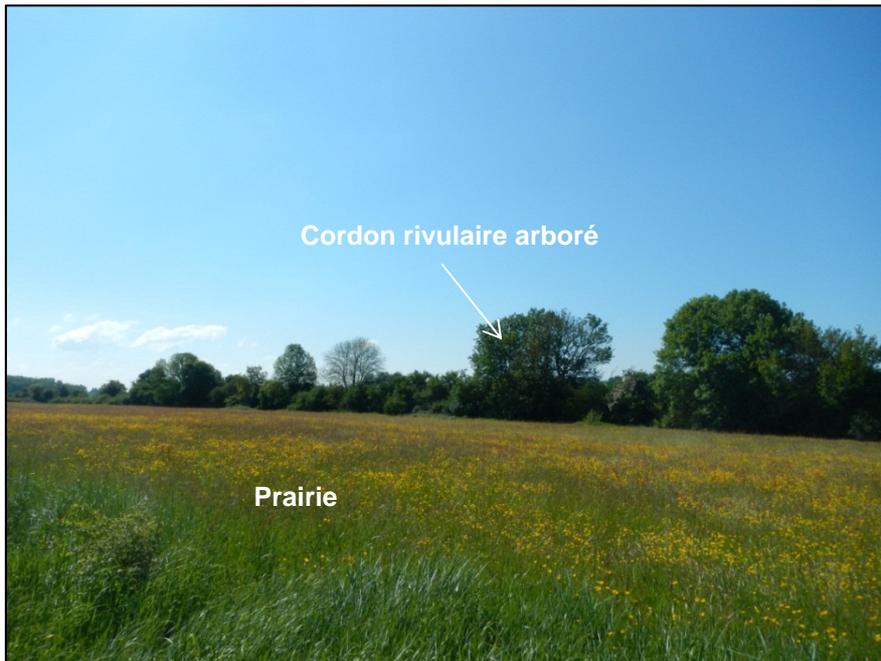


Figure 3 : Etendue de la prairie recouvrant le franc-bord, en arrière plant un cordon arboré- vue depuis la berge - val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)

La vue aérienne de la figure 4 témoigne sur ce secteur de la présence de méandres, avec en extrémité amont un méandre marqué et le début d'un second méandre à 100°. La géométrie de ce secteur a un impact significatif sur l'état des berges.

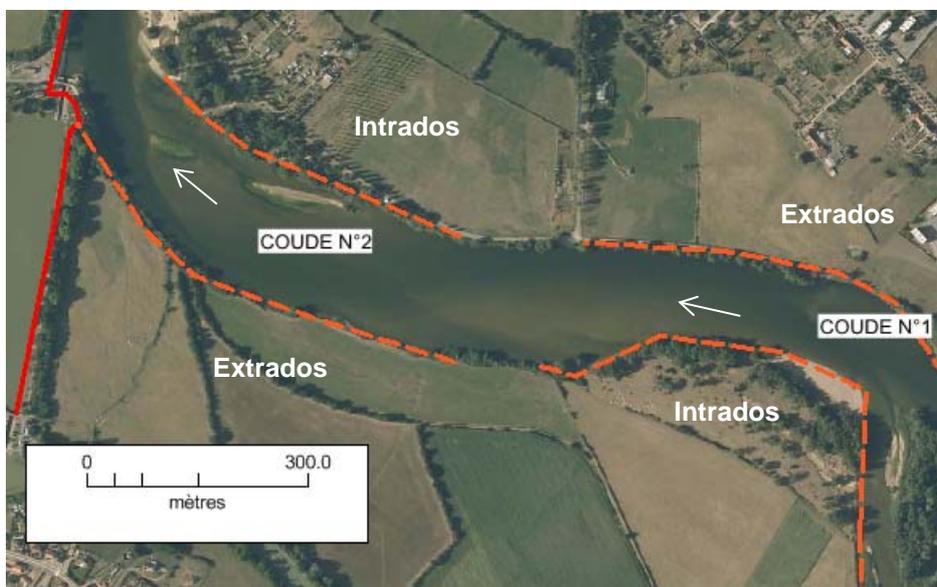


Figure 4 : Localisation des méandres de la Loire sur au niveau de la levée de la Jonction 2ème section - val de Decize (58)



Figure 5 : Vue du coude n°2 depuis l'écluse aval du port de la Jonction - val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)

✓ **Dans l'extrados des coudes**

Le coude crée des courants sécants, venant heurter perpendiculairement la berge, entraînant une érosion des berges. La comparaison des cartes entre 1969 et 2014, montre que la rive droite située dans l'extrados du coude n°1 a été érodée. L'érosion de cette berge en rive droite est actuellement limitée par une protection de berge (source SIEL 2005).

Par ailleurs, une érosion active en amont du coude n°1 pourrait menacer à terme le canal.

La visite sur le terrain montre que l'extrados du coude n°2 est composé d'un alignement d'arbres quasi continu (80% du linéaire). Les racines des arbres soutiennent les berges et donc limitent l'impact érosif des courants. Cependant, dans les rares zones où la végétation n'est pas présente, l'érosion des berges est constatée (Figure 6).



Figure 6 : Zone d'érosion lorsque la berge est à nue - franc de la levée de la Jonction 2ème section - val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)

Il est également noté la présence d'un exutoire (ouvrage maçonné en berge, Figure 7a). Il s'agit a priori de la confluence d'un ruisseau qui passe sous le canal. Enfin, en amont et sur une cinquantaine de mètres en aval de l'ouvrage, le pied de berge est bétonné (Figure 7b).

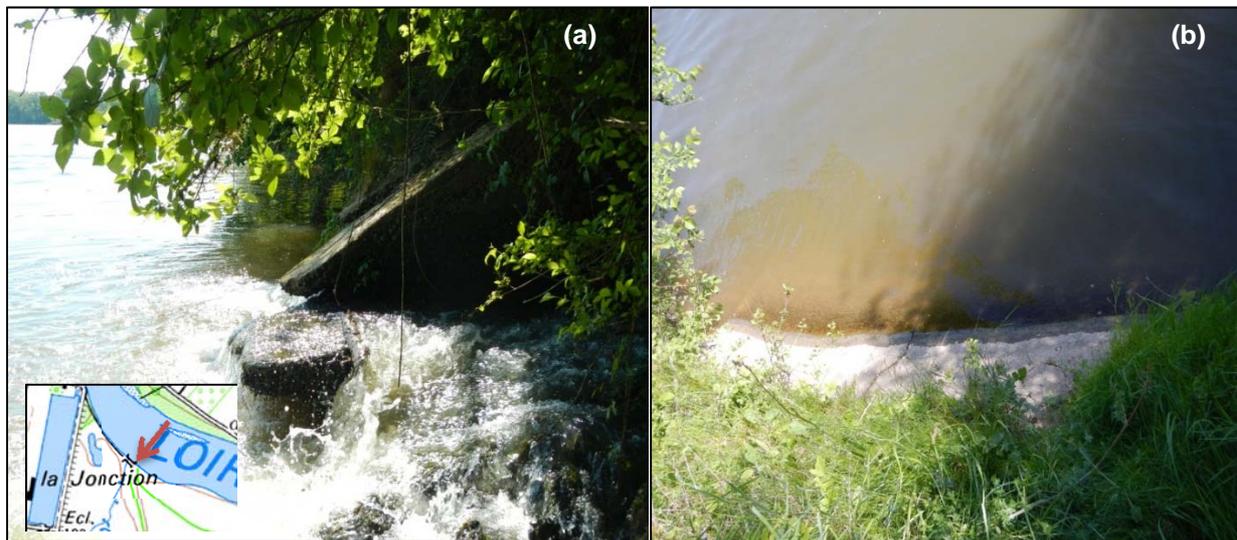


Figure 7 : A gauche l'ouvrage déversant dans la Loire, à droite le béton renforçant les pieds de berges - val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)

✓ **Dans l'intrados du coude**

L'intrados du coude n°1 fait l'objet d'un dépôt qui s'est végétalisé entre 1969 et 2011 (Figure 8).

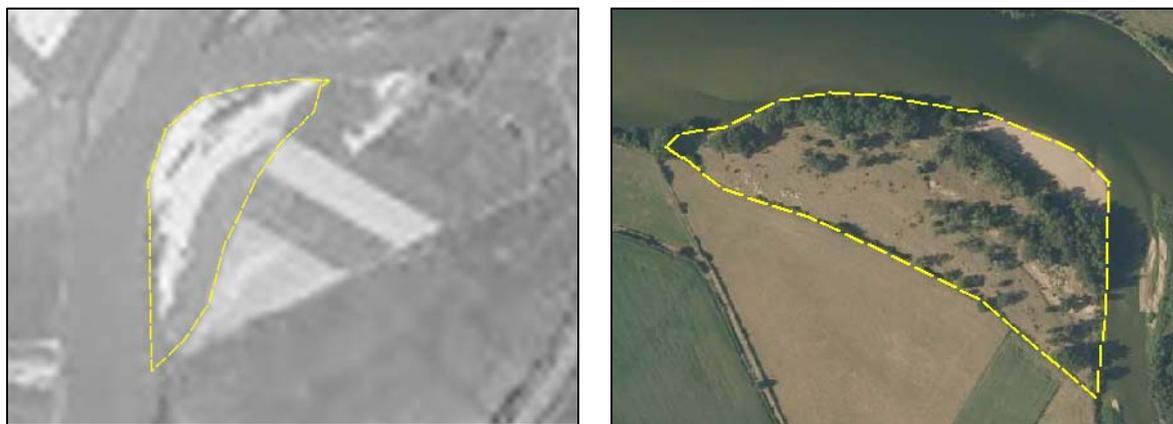


Figure 8 : Evolution du dépôt sableux du coude n°1 entre 1969 et 2011 (Géoportail et Google maps)

Dans l'intrados du deuxième coude, un dépôt sableux (en rive droite) est également visible depuis la rive gauche (Figure 9). Ce dépôt, de 177 m de long et 28 m de large, est en cours de végétalisation. L'îlot dessine un bras secondaire (Figure 10) entre celui-ci et la rive droite. Un petit dépôt sableux est également constaté juste avant ce dépôt. Le raccordement entre les deux est en cours, et à long terme, un seul îlot sera formé.

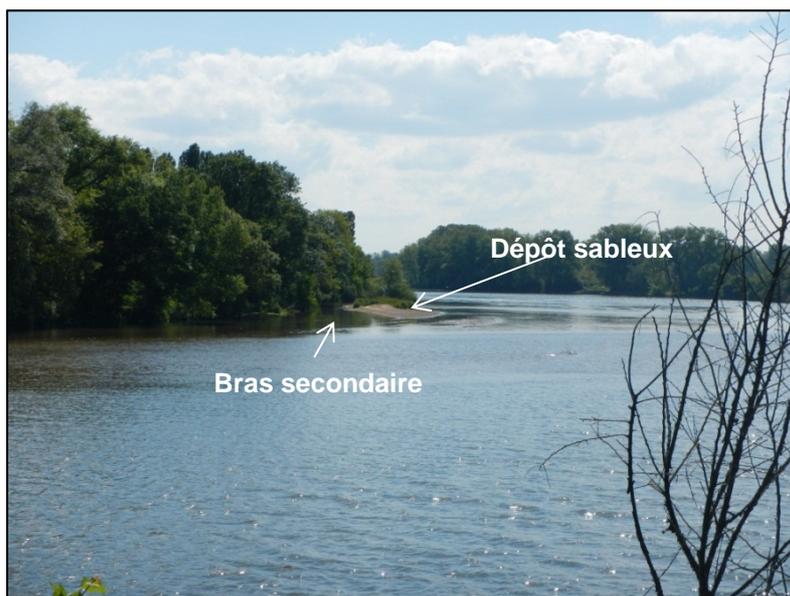


Figure 9 : Dépôt sableux et bras secondaire en rive droite de la Loire - val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)

Il est possible que les dépôts en intrados des coudes s'accroissent puis se végétalisent au cours du temps. Des zones de hauts fonds sont déjà discernables sur les photos aériennes. Ces zones d'intrados sont à surveiller.



Figure 10 : Zone de hauts fonds au niveau des coudes 1 et 2 - val de Decize (58) (Google maps 2011)

Le secteur allant de l'écluse de Saulx (la chapelle Saint Aré) à l'écluse aval du port de la Jonction (Decize) est caractérisé par un important franc-bord protégeant la levée de la 2^{ème} section, en jouant un rôle de champ d'expansion de crue. Le secteur méandrique se caractérise par une tendance à l'érosion de ses berges en extrados de méandre à l'heure actuelle atténuée par la présence d'un cordon rivulaire dense et diversifié en pied de berge et surtout de protections de berges concaves placés au niveau des zones de plus fortes contraintes.

2.3 De l'écluse aval du port de la Jonction au pont de la D978a

Sur ce secteur la levée est en contact direct avec le lit vif de la Loire. De plus, la Loire a un tracé rectiligne et une largeur moyenne d'une centaine de mètres. La rive droite n'est pas endiguée, au niveau du Gué du Loup. Elle jouera le rôle de champ d'expansion de crue.

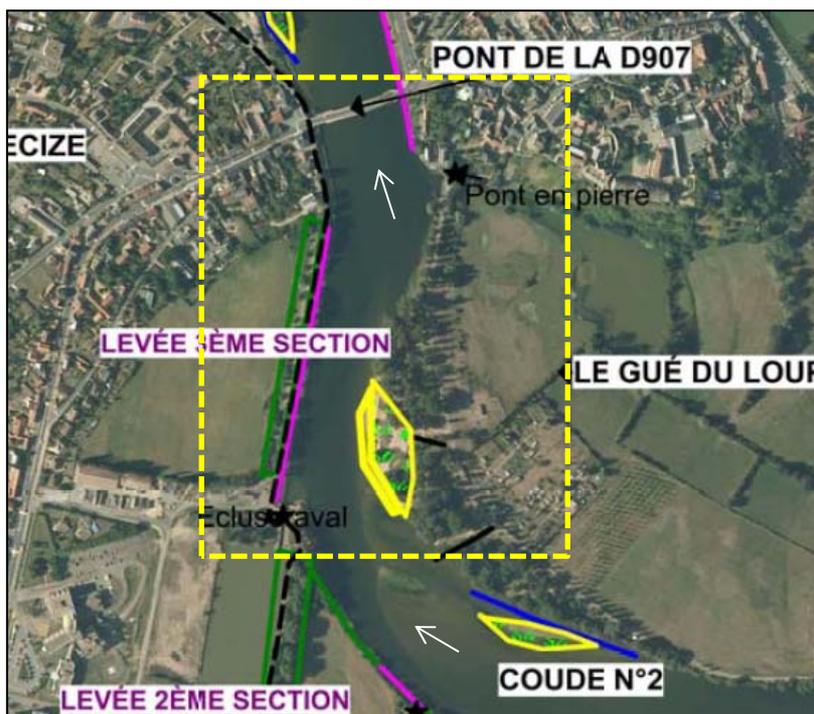


Figure 11 : Localisation du secteur entre l'écluse aval du port de la Jonction et le pont de la D978a - val de Decize (58)

➤ **En rive gauche de la Loire, le long de la levée de la Jonction 3^{ème} section**

Les pieds de talus coté Loire étant en contact direct avec la Loire, et donc soumis à érosion, sont renforcés par un perré en pierre sur l'ensemble du linéaire (Figure 12). Cependant, ce perré est localement d'un état médiocre, ce qui peut provoquer une mise à nu du remblai et une érosion possible en cas de contact avec la Loire.

Une attention particulière doit être apportée à ces zones, localisées notamment au niveau de l'écluse.



Figure 12 : Etat du perré en pierre sur le talus de la Jonction 3ème section (Egis Eau 16/05/2014)

La crête et le talus coté val sont composés d'un alignement d'arbres (Figure 13). La présence de sujets ligneux matures sur un talus de levée n'est pas recommandée. En effet, en cas de déracinement, une fragilisation de la levée peut être entraînée, ce qui, couplée à une surverse, est une cause probable de création de brèche. D'autant plus qu'à cet endroit la levée est assez étroite.

Le talus côté Loire est en terre végétalisée. Lors de la visite, il avait fait l'objet d'un entretien récent.

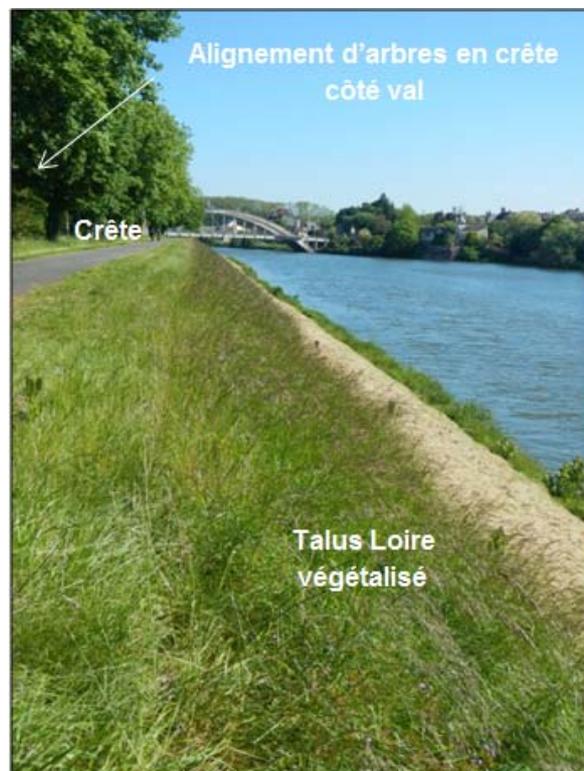


Figure 13 : Etat de la levée de la Jonction 3ème section après l'écluse aval du port de la Jonction - val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)

➤ **En rive droite de la Loire**

En rive droite est notée une zone de dépôt au niveau du Gué du Loup. Ce dépôt trouve son origine dans deux processus.

Le premier est que l'amont du dépôt se situe dans l'intrados du méandre n°2 vu précédemment : la dynamique sédimentaire, veut qu'il y ait dépôt dans cette zone.

La deuxième cause est la présence de deux épis, autrefois implantés pour faciliter la navigation fluviale. Ces épis provoquent un important dépôt à leur niveau. Aujourd'hui, ils sont recouverts d'un épais manteau d'alluvions (Figure 15). Néanmoins, des reliefs observés sur le terrain laissent envisager leur localisation précise.



Figure 14 : Dépôt sédimentaire en rive droite au niveau du Gué du Loup (Egis Eau 16/05/2014)



Figure 15 : Localisation probable d'un épi facteur aggravant dans le dépôt observé en rive droite - val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)

La progression de ce dépôt doit être contrôlée, puisqu'il participe à ce niveau à la réduction du lit vif de la Loire, accroissant les vitesses d'écoulements et augmentant les phénomènes érosifs des berges qui sont en outre les pieds du talus de la levée.

Sur ce tronçon, le lit vif de la Loire se rétrécit. La levée de la Jonction 3^{ème} section est directement en contact avec la Loire. Une surveillance de l'état du perré et des arbres sur le talus côté val pourra être préconisée. En face de la levée, en rive droite, le dépôt sableux participe à la réduction du lit mineur de la Loire.

2.4 Du pont de la D978a à la confluence Loire-Aron

Ce tronçon concerne la levée de Caqueray. La Loire est chenalisée sur ce secteur et subit un pincement juste en amont de la confluence avec l'Aron. Le lit vif de la Loire n'est que de 70 m à 100 m de large.

En rive gauche, les 90 m de la levée après le pont sont en contact avec la Loire. Puis un franc bord commence à se dessiner jusqu'au déversoir de sécurité du barrage hydroélectrique de Saint Léger des Vignes.

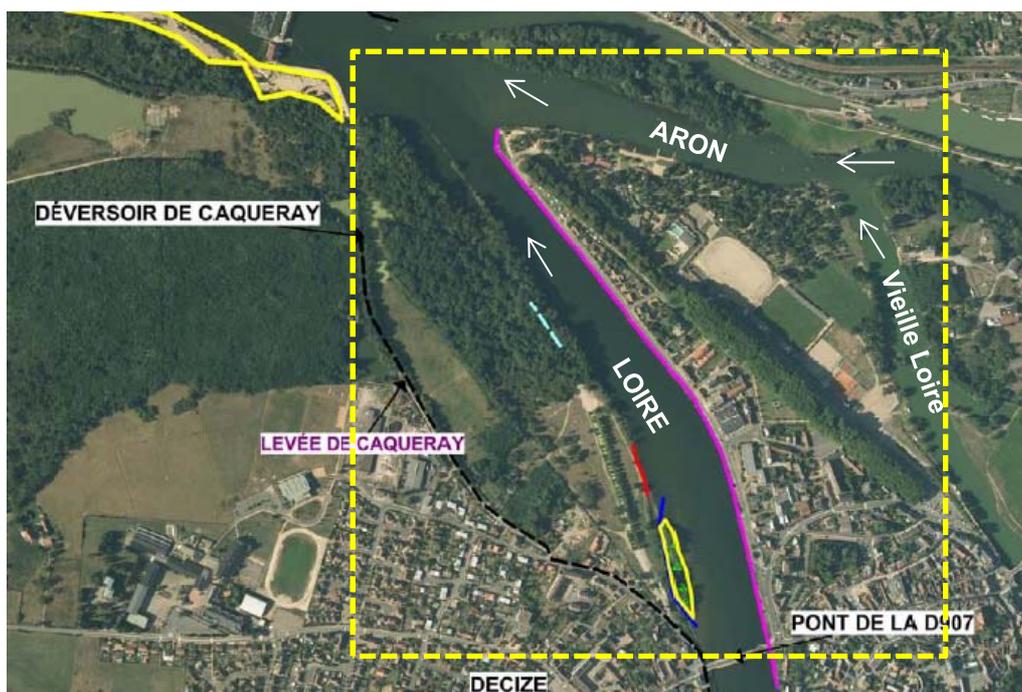


Figure 16 : Localisation du secteur entre le pont de la D978a et la confluence Loire-Aron- val de Decize (58)

En rive gauche, à l'aval immédiat du pont de la D978a, la présence d'un îlot (200 de long et 20 m de large) végétalisé est notée, créant un chenal secondaire entre l'îlot et la berge (Figure 18). Ce chenal est alimenté par la Loire, mais les hauts fonds visibles depuis la rive laissent penser qu'il est en cours de fermeture, ce qui se traduira alors par le rattachement de l'îlot à la berge.

Le chenal secondaire est encore fonctionnel aujourd’hui comme en atteste la dernière photo aérienne et la visite de terrain. L’îlot est en revanche entièrement végétalisé par une strate arborescente témoignant de sa stabilisation à long terme.



Figure 17 : Evolution de l’îlot entre 2002 à gauche (source Géoportail) et 2014 à droite (source Google maps)- val de Decize (58).

Une petite zone d’érosion est également visible en rive gauche.

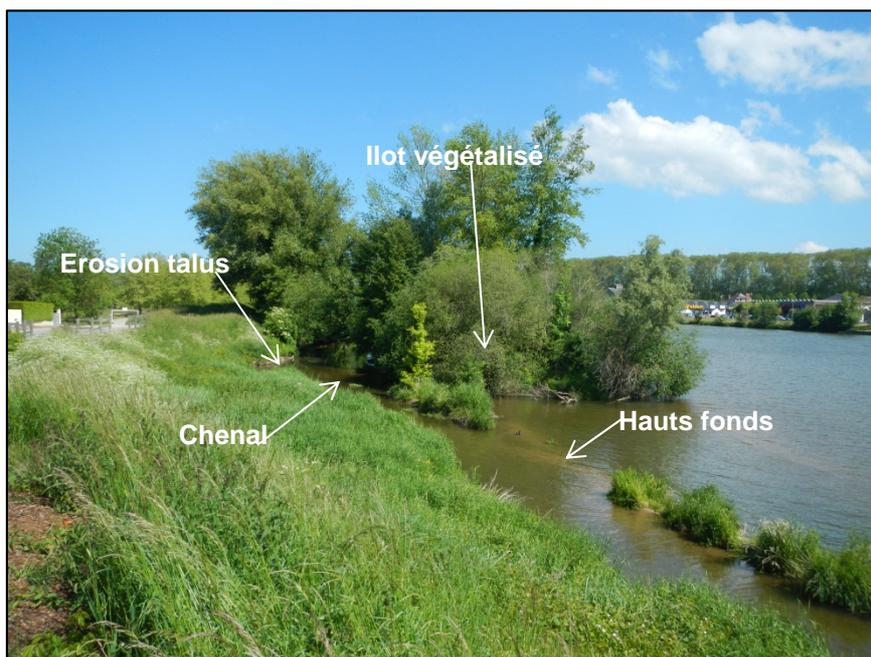


Figure 18 : Îlot formé en aval immédiat du pont de la D978a - val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)

En face de l’îlot, la rive droite n’est pas endiguée. Cependant, les pieds de berges sont renforcés par un perré en béton continu. Un quai d’accostage est également observé juste à l’aval du pont de la D978a.



Figure 19 : Quai d'accostage en rive droite à l'aval du pont de la D978a- val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)

En rive gauche, d'importants affaissements de berges localisés sur une centaine de mètres traduisent une importante érosion (Figure 20).

Les berges sont en effet composées de sable, matériau peu cohésif, extrêmement friable. Le sable est donc emporté lors de phénomènes de lessivage ou de sapement, couplée à une végétation herbacée, ne stabilisant pas les berges.

Lessivage : transport des particules du sol sous l'effet d'une infiltration d'eau ou d'un écoulement.

Sapement : Destruction des berges par la base sous l'effet de l'eau.



Figure 20 : Suite continue d'affaissement des berges en rive gauche -val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)

En remontant vers le nord sur Caqueray, la végétation herbacée fait place à un boisement dense depuis la Loire jusqu'à la levée.

Un bras mort est localisé un peu avant le déversoir de Caqueray (Figure 21). Ce bras mort peut être mis en eau en période de crue. La végétation de part et d'autre du bras mort laisse penser que le bras n'est plus en contact avec la Loire depuis longtemps.



Figure 21 : Bras mort localisé dans la forêt de Caqueray à une m de la Loire- val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)

Enfin, la rive gauche est localement renforcée par des enrochements, traduisant une forte érosion, liée au rétrécissement du lit vif et donc l'accroissement des vitesses d'écoulement. Un quai d'accostage en béton vient renforcer la berge à ce niveau (Figure 22).

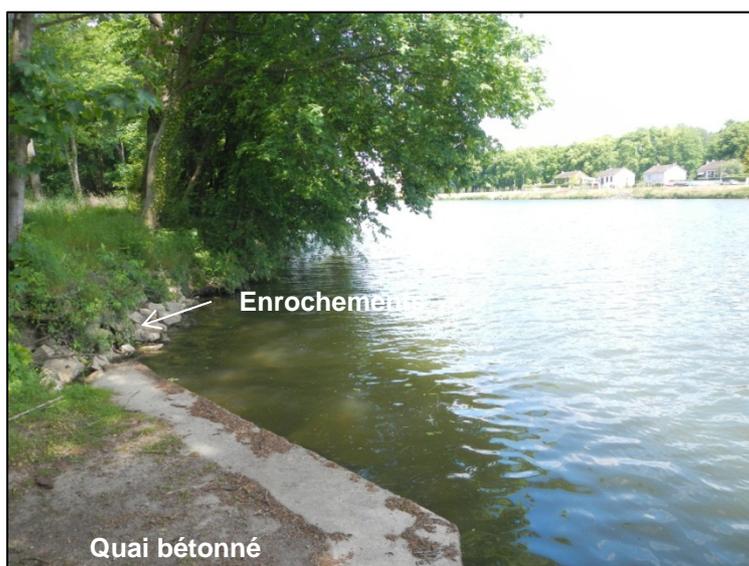


Figure 22 : Renforcement des berges de la rive gauche par des rochers- forêt de Caqueray val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)

Le secteur allant du pont de la D978a au déversoir de Caqueray est marqué par un tracé de la Loire rectiligne, fortement rétréci, engendrant des phénomènes érosifs en particulier sur des berges sablonneuses peu cohésives en rive gauche. L'accélération des écoulements faisant suite au rétrécissement du lit mineur provoque peu de zone de dépôt à l'exception de l'îlot au pied du pont de la D978a. La rive droite, non endiguée est entièrement renforcée. La stabilité de la levée de Caqueray n'est pas à remettre en cause.

2.5 De la confluence au barrage de Saint Léger des Vignes

Remarque : Ce linéaire n'est pas directement en contact avec le système de défense du val de Decize, cependant, compte-tenu de ces caractéristiques (barrage, confluence), il participe grandement à la morphologie de la Loire en amont et aval du secteur.

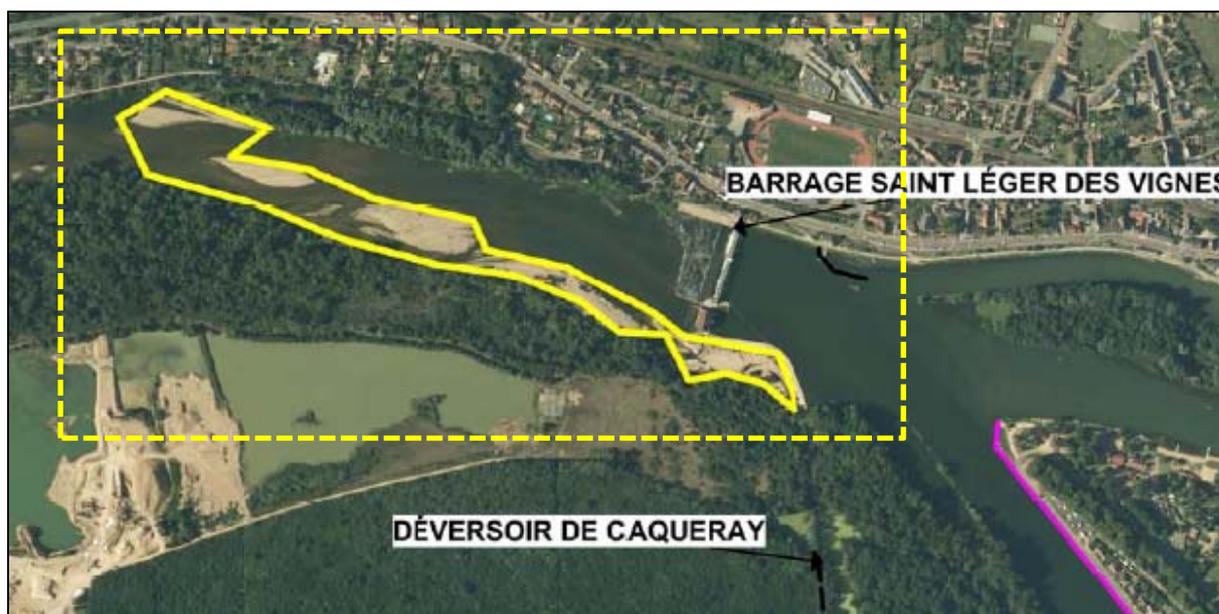


Figure 23 : Localisation du secteur d'étude au niveau du barrage de Saint Léger des Vignes - val de Decize (58)



Figure 24 : Confluence de la Loire et de l'Aron- val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)

D'après l'étude de la LOIRE entre Villerest et le bec d'ALLIER de la DIREN de Bassin Loire Bretagne en 1997, la Loire entre l'aval du barrage jusqu'au Béard (à 15 km au nord de Decize) a subi une incision importante (-2.5 m à -2.8 m) due à l'exploitation alluviale en lit mineur et moyen. La sablière située au Nord de Decize est un témoin de cette exploitation.

Le site est marqué par l'implantation d'un barrage. Le barrage de Saint Léger des Vignes a été construit en 1836 et en 1986 s'est installée une usine hydroélectrique. Le barrage est composé d'un seuil (Figure 25) créant une chute d'eau pour alimenter les turbines mais également d'un déversoir de sécurité en cas de crue.



Figure 25 : Déversoir de sécurité du barrage de Saint Léger des Vignes -val de Decize (58) (Egis Eau 16/05/2014)

Les visites sur le terrain ont montré un important dépôt de part et d'autre du déversoir (Figure 26).

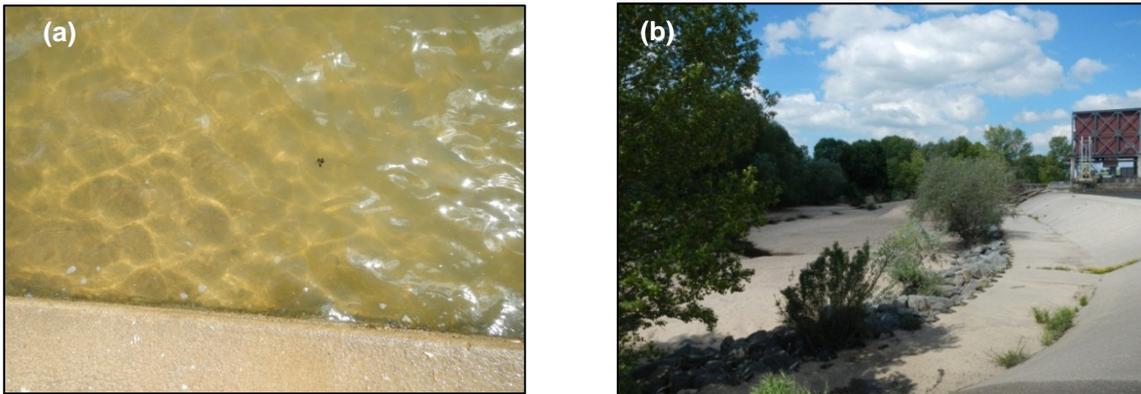


Figure 26 : Dépôt de part et d'autre du déversoir de sécurité du barrage de Saint Léger des Vignes- val de Decize (16/05/2014)

Cependant, à l'aval du barrage l'analyse des cartes anciennes obtenues sur Géoportail témoigne d'une forte mobilité des structures alluviales sur ce secteur (Figure 27). Mais le constat général est que l'aval du barrage est soumis à un dépôt alluvionnaire réduisant le lit mineur de la Loire.

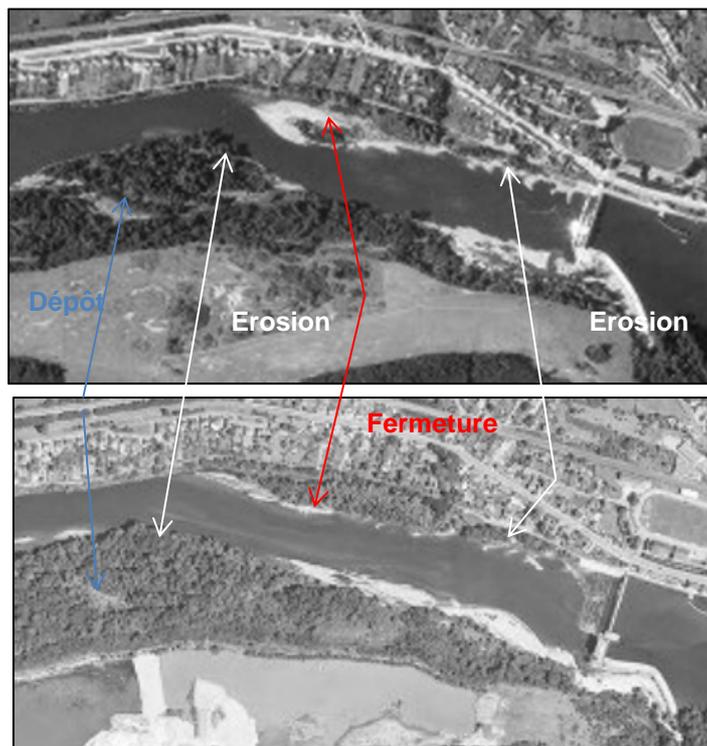


Figure 27 : Evolution du lit mineur de la Loire à l'aval du barrage entre 1981 et 2002 (Géoportail)

Les zones d'érosions sont localisées en rive droite juste à l'aval des chutes d'eau, là où le courant est le plus fort. La rive droite est ainsi érodée.

La deuxième zone d'érosion est localisée dans un rétrécissement du lit mineur, conduisant à l'accélération des vitesses d'écoulement.

Les zones de dépôt sont quant à elles localisées dans des zones de plus faible vitesse. De plus, la végétalisation des barres sédimentaires stabilisent ces dépôts.

2.6 Synthèse

La Loire au niveau de Decize est relativement méandriforme en amont et en aval de la ville. Ces zones sont caractérisées par des dépôts en intrados et des érosions de berges en extrados. Cependant, ces phénomènes impactent peu le système d'endiguement protégeant la ville. En effet, d'importants francs bords en rive gauche et une rive droite non endiguée protègent la levée des effets de la Loire.

Sur une échelle de temps courte, il est difficile de déterminer l'impact réel du barrage de Saint Léger sur la zone amont.

Cependant, en se basant sur les incidences d'un barrage, il peut y avoir une accumulation de sédiments en amont, qui pourrait entraîner une rehausse des lignes d'eau mais à plus long terme.

3. Bilan sur la morphodynamique du fleuve le long du val étudié

Le long des levées des vals de Decize, l'hydrosystème Loire présente différentes unités morphologiques :

- des **boires ou bras morts**. Il s'agit d'annexe hydraulique déconnectée du lit principal par l'aval et/ou l'amont. Sur le plan hydraulique, ce type d'annexe ne participe à l'écoulement des eaux qu'en période de débit moyen ou de crue et reçoit fréquemment les eaux d'un affluent ou bien est alimenté par la nappe alluviale. Ces annexes présentent une forte richesse écologique.
- Des **îles** formées selon la dynamique du fleuve, par exhaussement progressif des atterrissements. Elles sont de ce fait séparées des rives (ou franc-bord) par de l'eau répartie plutôt inégalement entre le chenal principal et un bras secondaire. Leur exhaussement historique à une cote supérieure voisine de celle de la berge rend possible l'implantation d'une végétation typique du lit majeur (prairies et forêts de bois dur). Le remaniement sédimentaire par les crues est en conséquence de plus en plus difficile. Il s'effectue principalement par l'érosion des berges et des têtes d'îles, lorsqu'elles ne sont pas consolidées par des empierrements.
- Des **atterrissements végétalisés** dont la hauteur est très inférieure à celle du lit majeur (ou plaine alluviale), ce qui rend possible l'installation d'une végétation typique du lit mineur (saulaie, saulaie - peupleraie pionnière arbustive, groupement des sables et vases exondés à souchets, par exemple). Ils se composent de sédiments grossiers (essentiellement des sables et galets) sur lesquels aucun sol évolué ne s'est développé. L'atterrissement est donc plus souvent remanié que les îles lors des crues fréquentes.

Les dysfonctionnements morphologiques constatés dans ce rapport sont de trois ordres :

- **Hydrauliques** : En étiage et moyennes eaux, l'érosion "concentrée" dans les chenaux génère l'abaissement de la ligne d'eau puis celui des nappes associées. Les fondations du pied de levée et des berges en contact avec le lit mineur sont déchaussées et deviennent vulnérables. En hautes eaux, la réduction de la section hydraulique par les zones de dépôt et la végétation entraîne la rétention des écoulements, le rehaussement de la ligne d'eau et augmente ainsi les risques d'inondations.
- **Sédimentaires** : La vitesse d'écoulement, ralentie dans les zones fortement végétalisées ou par les ouvrages de navigation, favorise les dépôts dans le lit principal (barres sédimentaires, atterrissements, îles, ...) ou dans les annexes hydrauliques (bras morts, boires, chenaux secondaires, ...). Les surfaces exondées progressent dans l'espace et dans le temps.
- **La végétation** densifiée (arbres et arbustes) contribue à l'instabilité des ouvrages et des berges et favorise localement les processus d'érosion. Cela génère des résidus ligneux (encombres) ainsi que de nouvelles zones de dépôt.

Afin de pérenniser le système d'endiguement face à la morphodynamique de la Loire, notamment limiter l'érosion du pied de levée et la réduire la sollicitation de la levée en crue, des actions d'entretien et/ou de restauration ponctuelle pourraient s'avérer nécessaire selon la configuration du lit.