

# Assistance à maîtrise d'ouvrage dans le cadre de la réhabilitation du Rio de l'Île Charlemagne

Phase opérationnelle

Février 2016



# Assistance à maîtrise d'ouvrage dans le cadre de la réhabilitation du Rio de l'Île Charlemagne

Phase opérationnelle

Février 2016



**MUSÉUM  
D'ORLÉANS**

Une opération financée avec le soutien de la Région Centre et le Département du Loiret



Version	Date	Nom et signature du (des) rédacteur(s)
V2	26 février 2016	Louis BRETON

# Sommaire

1. BILAN DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE ET DES ENJEUX ECOLOGIQUES DU RIO .....	4
2. SCENARIOS DE RESTAURATION DU RIO .....	7
3. RESTAURATION DE LA CONNEXION PAR L'AVAL, DEPUIS LA CONFLUENCE JUSQU'A LA BASE DE LOISIRS .....	9
3.1. Construction de l'hypothèse de travail .....	9
3.2. Profil en long actuel du tronçon situé entre la base de loisirs et la confluence avec la Loire .....	9
3.3. Modélisation de la restauration du profil en long .....	11
3.4. Contraintes topographiques au niveau de la confluence .....	13
3.5. Estimation des volumes de substrat à excaver .....	14
4. TRAVAUX ET AMENAGEMENTS DU RIO .....	16
4.1. Restauration du profil en long .....	16
4.2. Restauration du profil en travers .....	16
4.3. Arrachage de la Jussie à grandes fleurs et plantation d'une ripisylve .....	19
5. ESTIMATION DU COUT DES PRINCIPAUX TRAVAUX DE REHABILITATION DU RIO .....	20
6. ANNEXES .....	21
6.1. Arrachage manuel de la Jussie .....	21
6.2. Reportage photographique le long du Rio .....	23

## 1. BILAN DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE ET DES ENJEUX ÉCOLOGIQUES DU RIO

L'analyse du profil en long a permis de mettre en avant les principaux dysfonctionnements du Rio. En amont comme en aval, son alimentation est perturbée par l'existence de bouchons sableux. Si le bouchon aval est d'une ampleur modérée, le bouchon amont est beaucoup plus important. De plus, les levés topographiques du profil en long révèlent un fort exhaussement du lit mineur, particulièrement dans les 2/3 amont.

L'analyse des périodes de connexion du Rio par l'amont et par l'aval confirme l'influence des bouchons, particulièrement celle de l'amont. Si le Rio reste relativement bien connecté par l'aval (74% de l'année en moyenne sur 13 ans), il l'est en revanche moins par l'aval (56% de l'année en moyenne sur 13 ans) et les périodes de déconnexion sont fréquemment continues.

Les pêches électriques ont permis de montrer que le peuplement piscicole est diversifié, malgré les dysfonctionnements hydrologiques du Rio et la faiblesse de son alimentation en eau. On y recense notamment 6 espèces patrimoniales.

A l'aval, les connexions avec la Loire sont les plus fréquentes et prolongées, permettant une bonne colonisation par la faune piscicole et son maintien au cours des périodes favorables. Les secteurs médians, plus isolés, conservent un intérêt piscicole grâce à la présence de zones suffisamment profondes et étendues permettant la survie des poissons malgré les problèmes d'alimentation et de renouvellement de l'eau. En amont, dans les secteurs les plus atterrés et les plus longuement déconnectés, les conditions sont fortement défavorables et les poissons se raréfient, parfois de manière drastique (quasi-absence d'individus).

La végétation du Rio est peu abondante. Quelques espèces végétales patrimoniales ont été recensées, notamment la Pulicaire vulgaire, plante protégée au niveau national, très fréquemment recensée sur les grèves de Loire. Quelques plantes invasives ont été recensées. Si la présence de la plupart d'entre-elle ne semble pas provoquer d'importants dysfonctionnements écologiques, la prolifération de la Jussie à grandes fleurs dans les secteurs les plus éclairés, limite l'expression de la flore indigène. Elle contribue par ailleurs à limiter la circulation de l'eau et augmente la sédimentation des matières en suspension dans les secteurs où elle abonde (particulièrement au niveau du parcours de canoë-kayak).

Le Rio accueille quelques habitats naturels d'intérêts communautaires : forêt galerie de Saules blancs et Chênaie-Ormaie en haut de berge et groupements des vases exondées dans le lit mineur. Ces habitats sont principalement présents dans les secteurs amont et aval, les berges de la partie centrale n'accueillant pas de boisement et son lit mineur étant fortement colonisé par la Jussie à grandes fleurs.

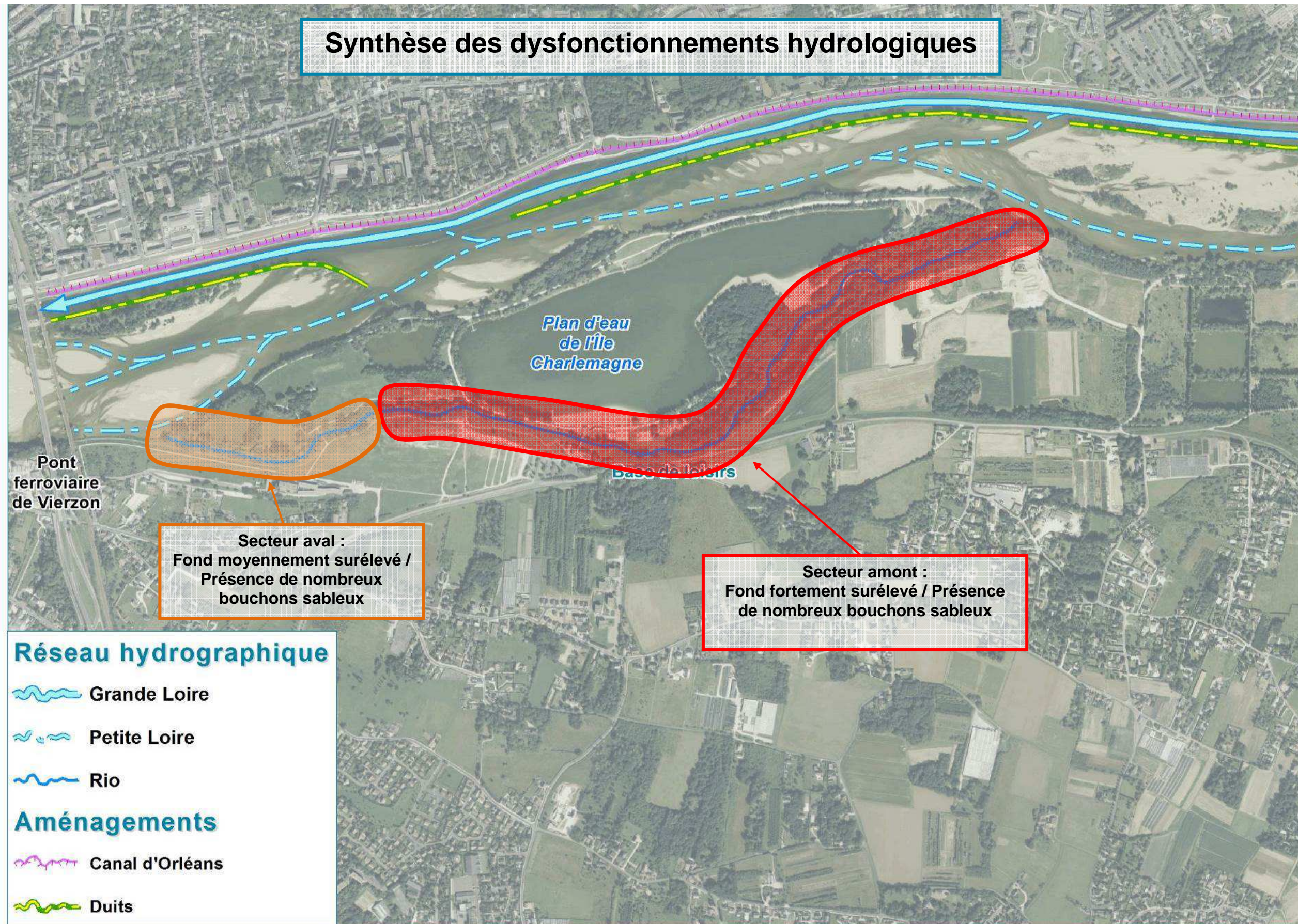
Le cortège faunistique du Rio est peu diversifié. Certaines espèces patrimoniales ont été recensées, comme l'Hoplie bleue<sup>1</sup> et le Petit Mars<sup>2</sup> changeant. L'ensemble du Rio constitue par ailleurs un axe de fréquentation important pour le Castor, les chauves-souris et le Martin pêcheur.

Les deux cartes suivantes présentent la localisation des dysfonctionnements hydrologiques et des enjeux écologiques.

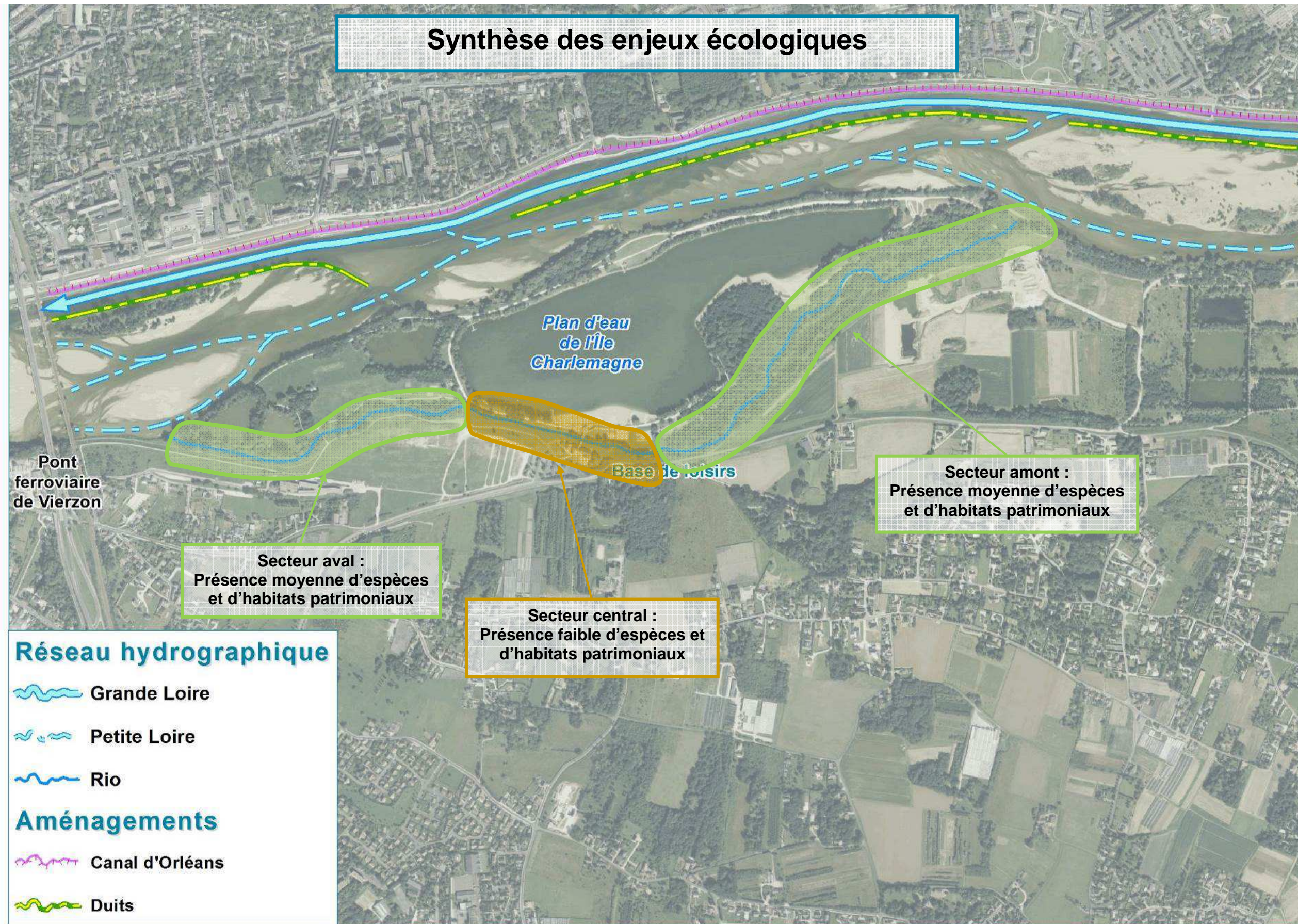
<sup>1</sup> Coléoptère, espèce déterminante de ZNIEFF en région Centre

<sup>2</sup> Lépidoptère, espèce déterminante de ZNIEFF en région Centre











## 2. SCENARIOS DE RESTAURATION DU RIO

Les 4 scénarios d'aménagement du Rio qui ont été envisagés sont présentés dans le tableau suivant.

Scénario	Principe	Travaux associés	Evolution des usages	Evolution du fonctionnement hydrologique du Rio	Evolution de la flore	Evolution de la faune
<b>1-Absence d'intervention</b>	Aucune intervention	Aucun	<p><u>Pêche</u> : activité menacée à moyen ou long terme.</p> <p><u>Navigation</u> : activité menacée à moyen ou long terme, les périodes favorables devenant de plus en plus rares, tendant à se limiter aux périodes de hautes eaux et de crues, potentiellement dangereuses.</p>	Atterrissement de plus en plus prononcé. Risque de déconnexion totale par l'amont puis par l'aval.	<p>Disparition progressive des espèces aquatiques au profit d'espèces amphibiennes.</p> <p>Mise en péril des boisements rivulaires humides d'intérêt communautaire par assèchement.</p> <p>Progression probable de la Jussie (espèce exotique envahissante) au niveau des secteurs les plus éclairés.</p>	Disparition progressive des poissons et de la faune aquacole, notamment Loutre, Castor et oiseaux piscivores (Héronidés, Martin-Pêcheur,...).
<b>2-Amélioration de l'alimentation par l'aval et reconnexion de la ballastière</b>	<p>Améliorer la durée et l'intensité de l'alimentation en eau du Rio par l'aval au niveau du secteur le moins surélevé</p> <p>Connecter la ballastière au Rio pour en faire une annexe hydraulique fonctionnelle de la Loire (zone de quiétude pour la faune et frayère à Brochet)</p>	<p>Retrait des atterrissements du Rio dans la partie aval (linéaire d'environ 650 mètres)</p> <p>Création d'un fossé entre la ballastière et le Rio</p>	<p><u>Pêche</u> : activité préservée au niveau du secteur restauré / activité menacée dans les secteurs amont</p> <p><u>Navigation dans le secteur amont</u> : Périodes favorables devenant de plus en plus rares, tendant à se limiter aux périodes de hautes eaux et de crues, potentiellement dangereuses.</p> <p><u>Navigation dans le secteur aval</u> : Amélioration des conditions grâce à l'allongement de la période d'alimentation en eau.</p>	<p>Conservation de la connexion par l'aval, déconnexion progressive par l'amont</p> <p>Amélioration de l'alimentation en eau du Rio sur un linéaire d'environ 650 m.</p>	<p><u>Secteur amont</u> : Disparition progressive des espèces aquatiques au profit d'espèces amphibiennes. Progression probable de la Jussie au niveau des secteurs les plus éclairés.</p> <p>Mise en péril par assèchement des boisements rivulaires humides d'intérêt communautaire.</p> <p><u>Secteur aval</u> : Amélioration des conditions favorables à l'établissement de la flore aquatique et maintien des boisements humides rivulaires d'intérêt communautaire.</p>	<p><u>Secteur amont</u> : Diminution progressive des secteurs favorables à la faune aquatique.</p> <p><u>Secteur aval</u> : Amélioration du potentiel écologique.</p> <p><u>Ballastière</u> : Création d'une nouvelle annexe hydraulique de Loire, favorable aux poissons, notamment pour la reproduction du Brochet.</p>
<b>3-Amélioration de l'alimentation par l'aval jusqu'à la base de loisirs et reconnexion de la ballastière</b>	<p>Améliorer la durée et l'intensité de l'alimentation en eau du Rio par l'aval jusqu'à la base de loisirs</p> <p>Connecter la ballastière au Rio pour en faire une annexe hydraulique fonctionnelle de la Loire (zone de quiétude pour la faune et frayère à Brochet)</p>	<p>Retrait des atterrissements du Rio depuis l'aval jusqu'à la base de loisirs (linéaire d'environ 1200 mètres)</p> <p>Création d'un fossé entre la ballastière et le Rio</p>	<p><u>Pêche</u> : activité préservée au niveau du secteur restauré / activité menacée dans les secteurs amont</p> <p><u>Navigation dans le secteur amont</u> : Périodes favorables devenant de plus en plus rares, tendant à se limiter aux périodes de hautes eaux et de crues, potentiellement dangereuses.</p> <p><u>Navigation dans le secteur aval</u> : Amélioration des conditions grâce à l'allongement de la période d'alimentation en eau.</p>	<p>Conservation de la connexion par l'aval, déconnexion progressive par l'amont.</p> <p>Amélioration de l'alimentation en eau du Rio sur un linéaire d'environ 1200 m.</p>	<p><u>Secteur amont</u> : Disparition progressive des espèces aquatiques au profit d'espèces amphibiennes.</p> <p><u>Secteur aval</u> : Amélioration des conditions favorables à l'établissement de la flore aquatique et maintien des boisements humides rivulaires d'intérêt communautaire.</p>	<p><u>Secteur amont</u> : Diminution progressive des secteurs favorables à la faune aquatique.</p> <p><u>Secteur aval</u> : Amélioration du potentiel écologique.</p> <p><u>Ballastière</u> : Création d'une nouvelle annexe hydraulique de Loire, favorable aux poissons, notamment pour la reproduction du Brochet.</p>
<b>4-Amélioration de l'alimentation de l'ensemble du linéaire et reconnexion de la ballastière</b>	<p>Améliorer les conditions d'alimentation en eau du Rio sur l'ensemble de son linéaire</p> <p>Connecter la ballastière au Rio pour en faire une annexe hydraulique fonctionnelle de la Loire (zone de quiétude pour la faune et frayère à Brochet)</p>	<p>Retrait de l'ensemble des atterrissements du Rio (linéaire de 2600 mètres environ)</p> <p>Création d'un fossé entre la ballastière et le Rio</p>	<p><u>Pêche</u> : Activité préservée.</p> <p><u>Navigation</u> : Amélioration des conditions de navigation.</p>	<p>Conservation de la connexion par l'aval et par l'amont.</p> <p>Amélioration de l'alimentation en eau de l'ensemble du linéaire.</p>	<p>Amélioration globale des conditions favorables à l'établissement de la flore aquatique et maintien des boisements humides rivulaires d'intérêt communautaire.</p>	<p><u>Totalité du linéaire</u> : Amélioration globale du potentiel écologique vis-à-vis de la faune aquatique et semi-aquatique.</p> <p><u>Ballastière</u> : Création d'une nouvelle annexe hydraulique de Loire, favorable aux poissons, notamment pour la reproduction du Brochet.</p>

Ces 4 scénarios ont été présentés à la ville d'Orléans. Il a été décidé de mettre en œuvre le scénario 3, consistant à améliorer l'alimentation du Rio par l'aval jusqu'à la base de loisirs et à reconnecter la ballastière.

Les principaux arguments en faveur de la solution choisie sont les suivants.

#### ■ Argumentaire hydromorphologique :

L'expertise du fonctionnement hydromorphologique a montré que les principaux dysfonctionnements se situent au niveau des 2/3 amont du Rio (exhaussement généralisé du lit) et que l'ampleur des travaux qui seraient nécessaires pour la restauration de ce secteur est considérable. En outre, améliorer la connexion du Rio par l'amont est une solution nettement moins pérenne qu'une intervention sur la connexion par l'aval. C'est en effet par l'amont que les eaux les plus rapides et les plus chargées en matières en suspension (MES) arrivent. Ayant tendance à ralentir au sein du Rio, l'eau arrivant de l'amont perd peu à peu de sa charge solide, alimentant ainsi continuellement le phénomène d'ensablement. En revanche, lorsque le Rio n'est plus connecté que par l'aval, l'eau qui y transite arrive à très faible vitesse. Elle est donc peu chargée en MES et ne contribue que très peu à l'ensablement du Rio. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle on constate que l'exhaussement des fonds du Rio est très peu marqué dans le 1/3 aval de son cours.

**D'un point de vue hydromorphologique, la restauration par l'aval apparaît comme la solution la plus pérenne et la plus efficace.<sup>3</sup>**

#### ■ Argumentaire écologique :

Les inventaires faunistiques, floristiques et des habitats naturels ont permis de mettre en évidence une hétérogénéité de la richesse écologique du Rio (cf. carte page 6). En effet, le secteur situé entre la base de loisirs et le premier pont n'accueille que très peu d'espèces et d'habitats patrimoniaux. La principale raison de cette disparité semble être l'absence de ripisylve sur les berges au niveau de ce secteur, ce qui a pour conséquence de favoriser la présence de la Jussie à grandes fleurs, espèces invasives dont la prolifération limite fortement l'expression de la flore indigène.

Les inventaires ichtyologiques ont également mis en évidence la pauvreté de la faune pisciaire au niveau de ce secteur. En effet, ce secteur est peu connecté à la Loire, ce qui limite la progression des peuplements présents dans la Loire jusqu'à ce niveau du Rio.

Enfin, l'amélioration de la connexion de la ballastière pour en faire une zone de quiétude pour la faune et une frayère à brochet contribuerait les capacités d'accueil de ce secteur et par conséquent sa biodiversité.

**D'un point de vue écologique, l'amélioration de la connexion par l'aval permet d'accroître les capacités d'accueil du milieu vis-à-vis de l'ensemble de la faune et de la flore. En outre, la plantation d'une ripisylve au niveau du secteur le plus dégagé (entre la base de loisirs et le premier pont) ainsi que l'amélioration de son alimentation en eau permettront de lutter contre la prolifération de la Jussie à grandes fleurs.**

#### ■ Argumentaire « usages » :

La connexion du Rio avec la Loire se dégradant peu à peu, la pratique du canoé-kayak dans le Rio devient de plus en plus difficile. Comme le précise le paragraphe précédent, ce phénomène d'isolement du Rio a également un impact négatif sur la circulation des poissons. De ce fait, le Rio perd progressivement son attrait vis-à-vis des pêcheurs.

**L'amélioration de la connectivité du Rio par l'aval et la restauration de son cours jusqu'au niveau de la base de loisirs permettra de préserver les 2 principaux usages du Rio que sont la navigation et la pêche.**

---

<sup>3</sup> La reconnexion par l'aval est considérée comme la solution la plus durable et la plus efficace pour rétablir les connexions d'une telle annexe hydraulique (cf. Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau, Tome 3, Fiche 7 – Reconnexion d'annexes hydrauliques, Agence de l'Eau Seine-Normandie, 2012)



### 3. RESTAURATION DE LA CONNEXION PAR L'AVAL, DEPUIS LA CONFLUENCE JUSQU'A LA BASE DE LOISIRS

#### 3.1. CONSTRUCTION DE L'HYPOTHESE DE TRAVAIL

Le principe d'amélioration de la connexion par l'aval et de restauration du cours du Rio jusqu'à la base de loisirs étant validé, il est désormais nécessaire de déterminer quelle doit être la qualité de la connexion du Rio après travaux. Pour ce faire, il est nécessaire de prendre en compte les éléments suivants :

- Assurer la qualité de la connexion du Rio afin que l'amélioration de la biodiversité soit effective ;
- Assurer une amélioration sensible de la période de mise en eau du Rio jusqu'à la base de loisirs ;
- Maîtriser l'ampleur des travaux afin de limiter la perturbation sur le milieu et le coût des travaux ;

Les paragraphes suivants présentent les arguments qui servent de base à la réflexion relative au dimensionnement des travaux :

##### ■ Argumentaire

Si l'on s'intéresse dans un premier temps aux poissons, on s'aperçoit que le quart aval du Rio accueille un peuplement pisciaire riche et diversifié, principalement en raison de la qualité de sa connexion avec la Loire. En revanche, le secteur situé immédiatement en amont accueille un peuplement particulièrement pauvre. Ceci s'explique par son déficit d'alimentation en eau. En ce qui concerne la flore et le reste de la faune, on s'aperçoit que ce même secteur aval du Rio est actuellement un des plus riches alors que le secteur situé juste en amont, dépourvu de ripisylve et colonisé par la Jussie à grandes fleurs, est le secteur le moins riche du Rio (cf. carte de synthèse des enjeux écologiques en page 6).

**Pour ces raisons, il semble intéressant que la connectivité de l'ensemble des secteurs qui vont être restaurés soit au moins de la même ampleur que celle du secteur aval.**

#### 3.2. PROFIL EN LONG ACTUEL DU TRONÇON SITUE ENTRE LA BASE DE LOISIRS ET LA CONFLUENCE AVEC LA LOIRE.

La graphique suivant présente une vue de détail sur le profil en long du Rio sur le tronçon base de loisirs confluence.

Y figure le fond du Rio ainsi que la ligne de cotes théorique<sup>4</sup>.

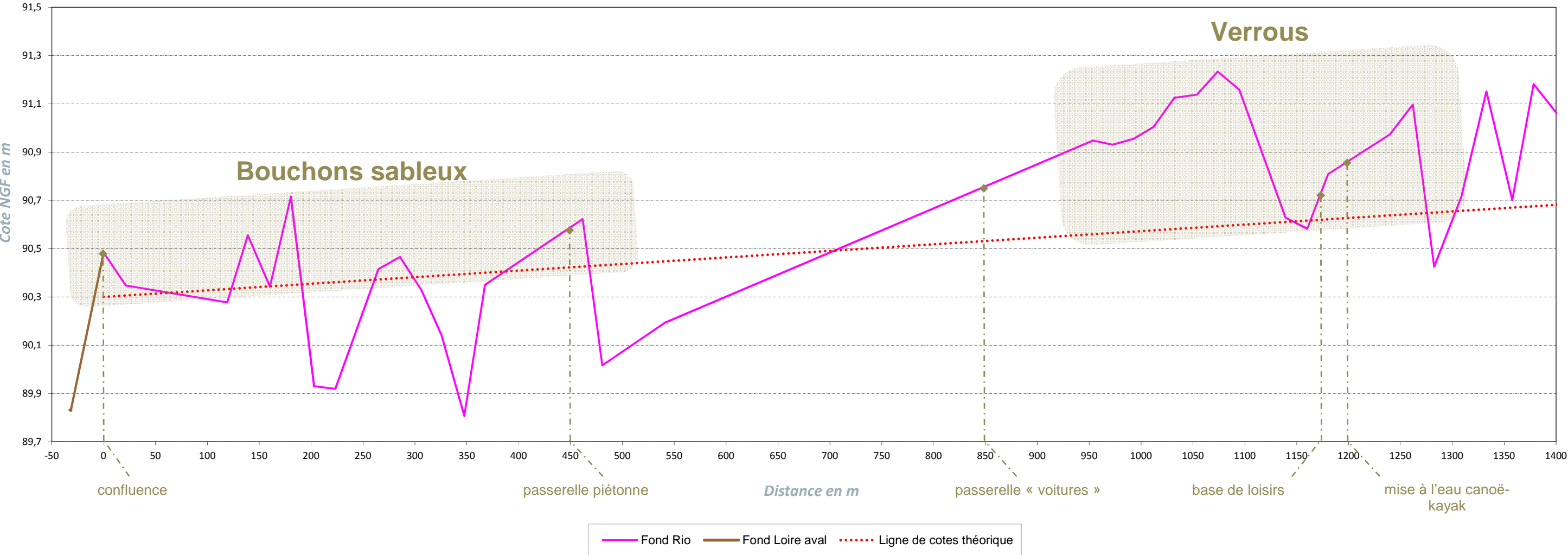
Pour rappel, l'étude des écarts de cote entre le fond mesuré du Rio et la ligne de cotes théorique montre :

- Un important exhaussement du lit du tronçon de Rio situé entre la base de loisirs et la passerelle piétonne. Cet ensablement génère de véritables verrous sableux dégradant la connexion de la base de loisirs à la Loire depuis l'aval ;
- La présence de bouchons sableux entre la passerelle piétonne et la confluence (pas d'exhaussement globalisé mais présence de dépôts sableux).

<sup>4</sup> Pour estimer l'ampleur de l'exhaussement du fond du Rio, il a été nécessaire de déterminer une ligne de fond de référence, nommée « ligne de cotes théorique ». La pente de cette ligne est égale à la pente de la Loire mesurée (0,27‰) et le point aval (= point arbitrairement fixé) correspond à la cote à laquelle devrait se trouver la confluence s'il n'y avait pas le dernier bouchon sableux dans le Rio.



Profil en long du Rio de la base de loisirs à la confluence





Ce graphique illustre le fait que si l'on souhaite rétablir avec la Loire depuis la confluence jusqu'à la mise à l'eau canoë-kayak de la base de loisirs, il est non seulement nécessaire de retirer les bouchons sableux situés entre la passerelle piétonne et la confluence mais il faut également réaliser d'importants retraits de sable entre la passerelle « voitures » et la base de loisirs.

### 3.3. MODELISATION DE LA RESTAURATION DU PROFIL EN LONG

Dans l'hypothèse ou l'on souhaite rétablir une connexion de la base de loisirs comparable avec celle que l'on connaît actuellement au niveau de la confluence Rio/Loire, il est nécessaire de retravailler l'ensemble du fond du Rio, depuis la confluence en remontant vers la base de loisirs. A ces fins, nous proposons que le niveau des fonds de la mise à l'eau soit, après travaux, égal à celle actuelle de la confluence.

Pour mémoire, l'étude hydromorphologique avait permis de déterminer les conditions d'alimentations du Rio par l'aval. Les principaux résultats sont les suivants :

La durée moyenne de la période de déconnexion du Rio par l'aval sur les 13 dernières années est de 96 jours, ce qui représente 26% environ d'une année.

Le pourcentage annuel de la durée de déconnexion est variable suivant les années, compris entre 3 % et 47 %. La période de déconnexion la plus courte a eu lieu en 2007, pendant seulement 11 jours (3 % de l'année). La plus longue est de 171 jours et a eu lieu en 2003 (47 % de l'année).

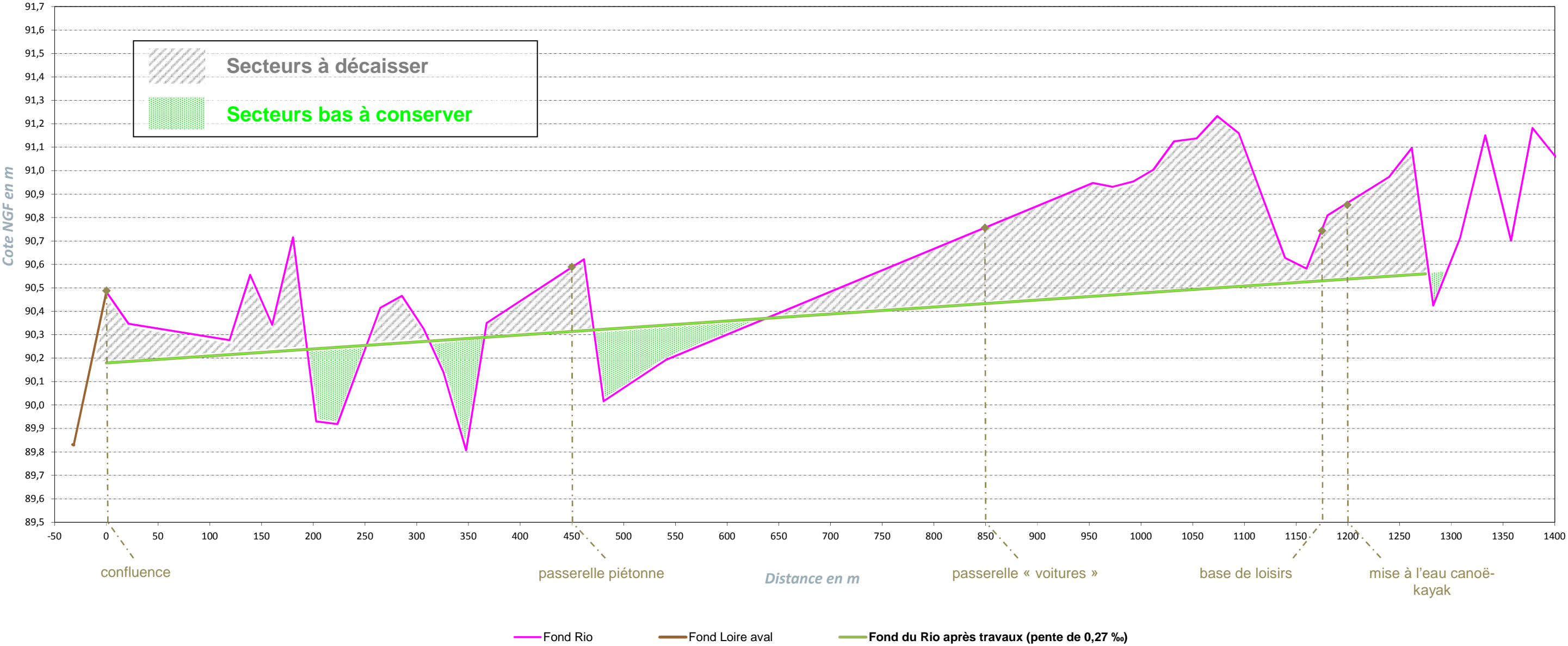
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Nombre de jours de déconnexion par an</b>	74	49	121	171	103	129	109	11	52	140	65	163	86
<b>Pourcentage de l'année</b>	20%	13%	33%	47%	28%	35%	30%	3%	14%	38%	18%	45%	24%

L'analyse des chroniques de données hydrologiques montre donc que le Rio reste relativement bien connecté par l'aval (74% de l'année). La déconnexion est certes fréquente durant les mois de juillet, août, septembre et octobre mais elle est rarement continue pendant ces 3 mois. Des reconnections peuvent en effet avoir lieu mais restent souvent de faible ampleur.

Le graphique de la page suivante présente la ligne des cotes de fond après travaux et met en évidence les zones du Rio qu'il sera nécessaire de décaisser. Notons qu'en ce qui concerne les secteurs dont le fond est situé en deçà de la nouvelle ligne de fond, les fosses seront conservées en l'état et ne seront pas régaliées.



**Profil en long du Rio après restauration du fond entre la base de loisirs et la confluence**



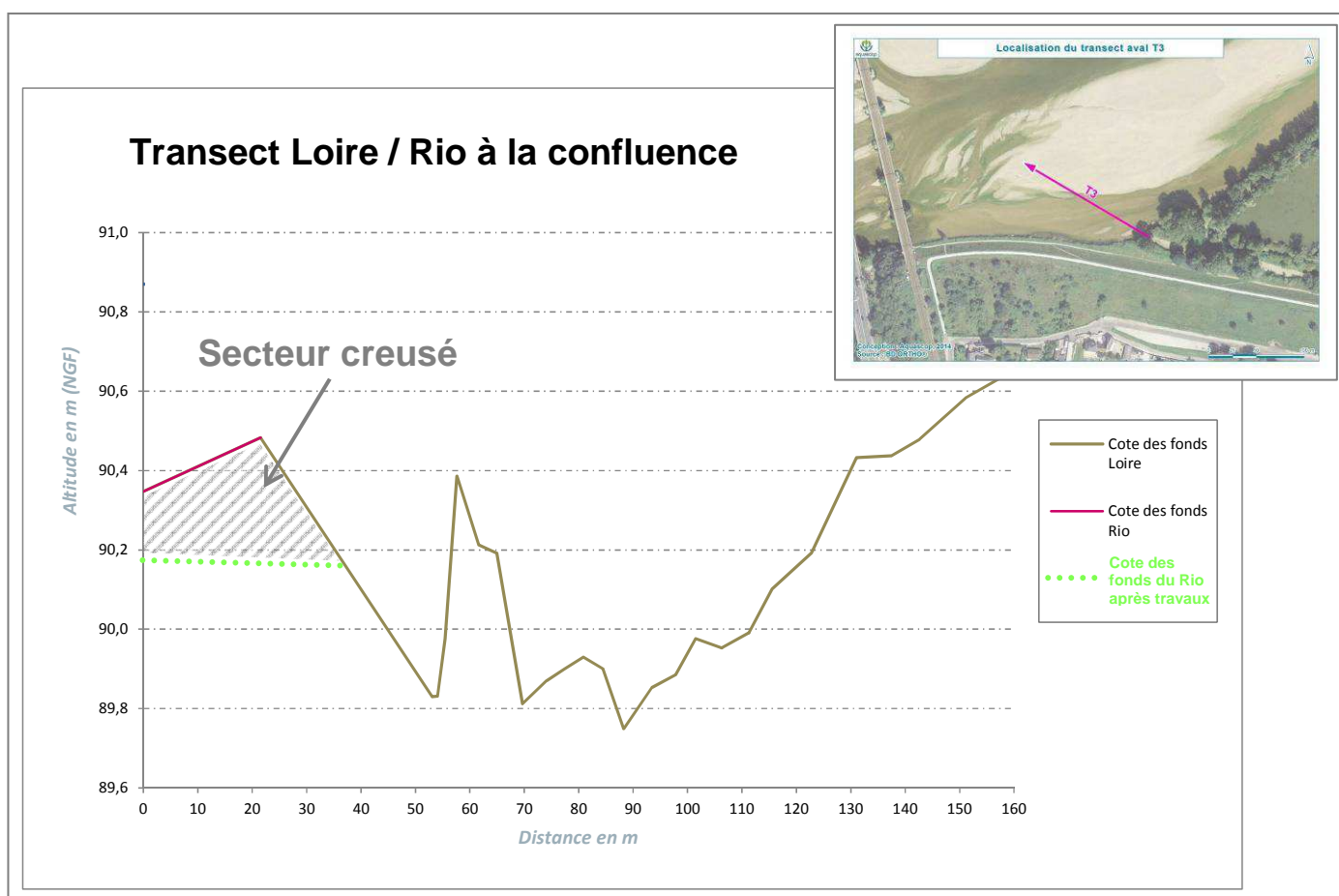
### 3.4. CONTRAINTES TOPOGRAPHIQUES AU NIVEAU DE LA CONFLUENCE

La réalisation d'un levé topographique des fonds de la Loire en aval de la confluence du Rio avec le bras de Loire avait permis de montrer que l'alimentation en eau du Rio n'était pas mise en péril par l'état des fonds de la Loire. En effet, au droit de la confluence, le bras de Loire est suffisamment profond pour permettre les échanges d'eau entre le Rio et la Loire.

Toutefois, on constate qu'à ce jour, la différence de hauteur entre la confluence et le fond du bras de Loire n'est pas très conséquente (environ 0,7 m).

Aussi est-il important de vérifier que les travaux d'abaissement de la ligne de fond du Rio sont compatibles avec la pérennité de l'alimentation en eau du Rio par l'aval.

Comme le montre le graphique ci-dessous, représentant le profil des fonds de la Loire au niveau de la confluence, l'ampleur des travaux projetés est compatible avec la pérennisation de l'alimentation en eau du Rio par l'aval. En effet, le niveau du Rio à la confluence reste bien supérieur à celui du fond de la Loire.





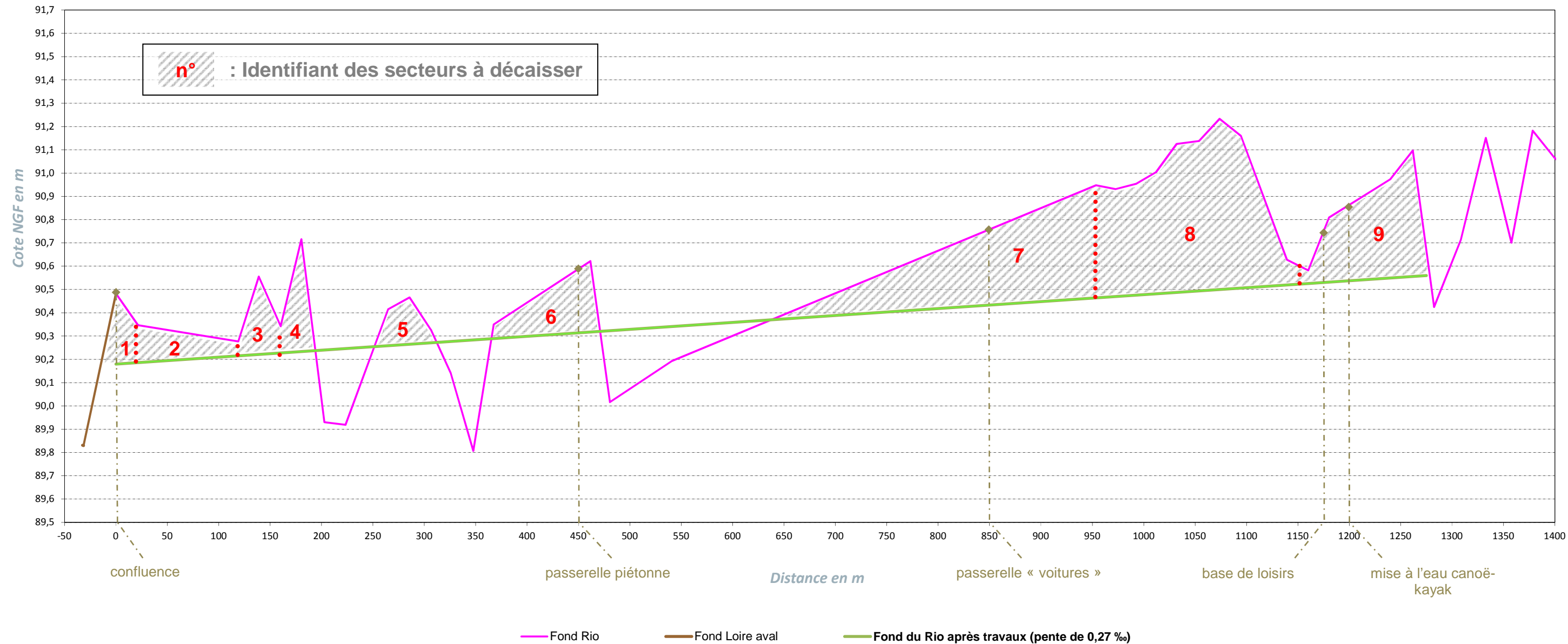
### 3.5. ESTIMATION DES VOLUMES DE SUBSTRAT A EXCAVER

Le tableau suivant présente le résultat de l'estimation des volumes de substrat qui devront être excavés. La localisation des secteurs identifiés dans le tableau ci-dessous est présentée sur le graphique page suivante.

Secteur n°	Hauteur moyenne (en m)	Longueur (en m)	Volume correspondant (en m <sup>3</sup> )
1	0,25	30	75
2	0,12	100	117
3	0,22	40	87
4	0,30	30	90
5	0,15	65	98
6	0,18	105	193
7	0,32	250	792
8	0,60	175	1050
9	0,40	100	400
Volume total			2900 m <sup>3</sup>

*Nota : Après calcul, les valeurs de hauteur ont été arrondies au centième le plus proche et les valeurs de longueur l'ont été à la demi-dizaine supérieure.*

**Profil en long du Rio après restauration du fond entre la base de loisirs et la confluence**





## 4. TRAVAUX ET AMENAGEMENTS DU RIO

### 4.1. RESTAURATION DU PROFIL EN LONG

Comme le montre les paragraphes précédents, la reconnexion du Rio par l'aval nécessitera des travaux d'excavation des dépôts de sable. Ces travaux seront réalisés à la pelle mécanique. Celle-ci devra nécessairement circuler dans le lit mineur du Rio en raison :

- De la largeur du Rio (largeur comprise entre 8 et 10 mètres) ;
- De la hauteur élevée et de la pente importante des berges ;
- De la présence d'une végétation arborée en haut de berge, particulièrement dans le secteur aval.

Le nouveau profil en long respectera une pente globale de 0,27‰, comme le précise le graphique de la page précédente, sur l'ensemble du linéaire restauré, soit environ 1300 mètres.

Cette opération devra être réalisée en période de basses eaux (période le plus fréquemment comprise entre le mois d'août et le mois d'octobre, le mois de septembre étant *a priori* le mois le plus favorable).

Afin d'assurer le bon déroulement du chantier, les mesures suivantes devront être prises (ordre à respecter) :

- Installation d'un pré-barrage à l'amont de la zone de travaux ;
- Installation d'un pré-barrage à l'aval de la zone de travaux (attendre quelques jours avant l'installation afin que la lame d'eau du secteur aval soit basse que possible) ;
- Réalisation d'une pêche électrique de sauvegarde des poissons piégés entre les 2 pré-barrages ;
- Mis hors d'eau du tronçon à restaurer (Pompage à l'aide d'une motopompe –rejet des eaux directement dans la Loire).

Les secteurs dont les fonds sont situés en deçà de la ligne de cote de restauration ne seront pas comblés et seront conservés en l'état. Ils constitueront des secteurs plus profonds et participeront ainsi à la diversification des habitats au sein de la zone restaurée. Ces secteurs pourront notamment constituer des zones de refuge pour la faune aquatique en période critique (basses eaux, rupture d'écoulement).

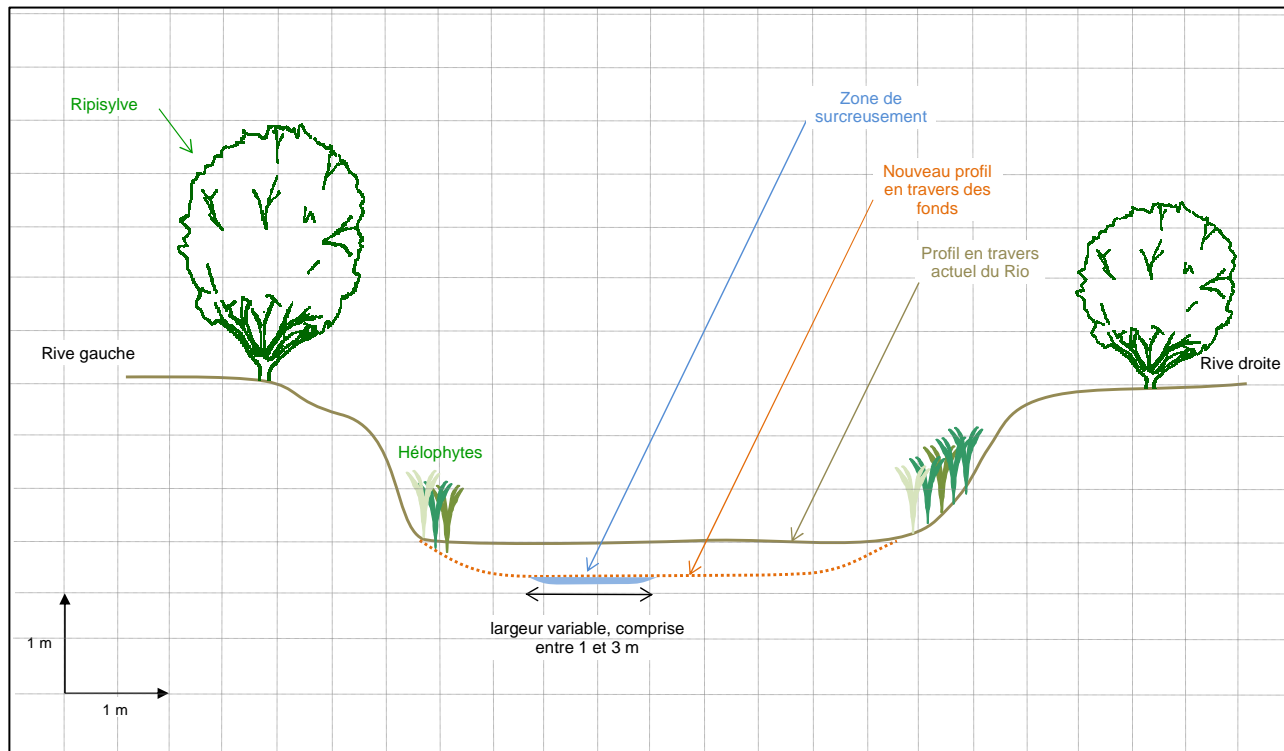
### 4.2. RESTAURATION DU PROFIL EN TRAVERS

Etant donnée la nature sableuse du substrat, les fonds du Rio sont relativement peu stables. Suite aux travaux, le fond sera alors modelé par l'action de l'eau, particulièrement au cours des périodes de hautes eaux. Certains secteurs pourront ainsi être naturellement recreusés par l'effet de la force hydraulique et d'autres secteurs pourront quant à eux accueillir des dépôts sableux du fait de la perte de charge solide. Pour ces raisons, la réalisation d'aménagements précis et coûteux du profil en travers tels que la création de banquettes végétalisées ou la plantation d'hélophytes ne paraît pas adaptée.

Au niveau des secteurs dont le fond sera abaissé, nous préconisons la réalisation d'un chenal, créé par un surcreusement du fond. La largeur de ce chenal sera comprise entre 1 et 3 mètres. La profondeur sera quant à elle d'environ 5 cm au niveau des secteurs les plus larges du chenal et de 10 à 15 cm au niveau des secteurs les plus étroits.

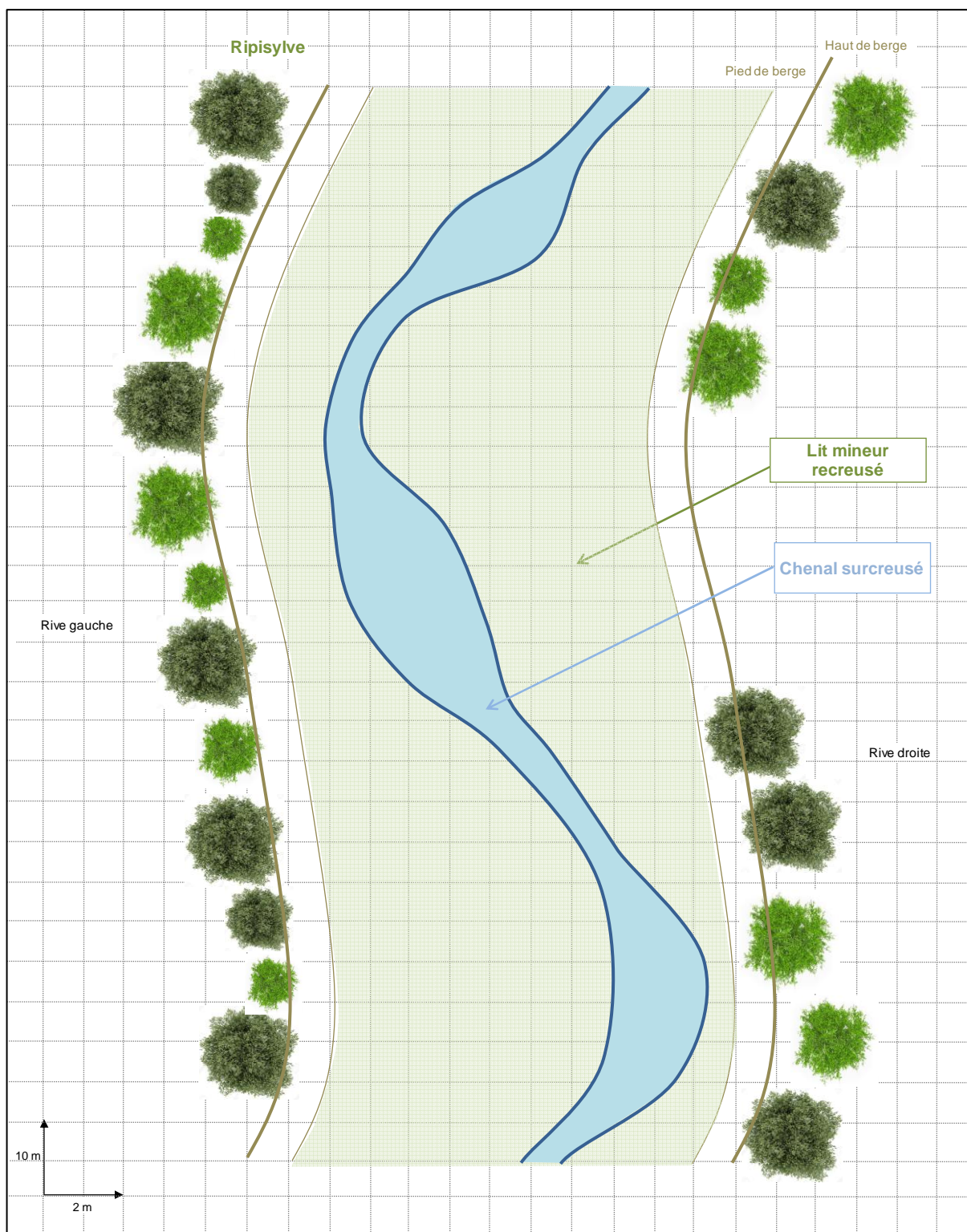
Cette opération permettra de concentrer les écoulements au niveau d'un chenal préférentiel, particulièrement au cours des premières années après les travaux. Tout comme l'ensemble du profil en travers du Rio, ce chenal est amené à évoluer au fil des années, modelé par les alternances spatiales et temporelles des phénomènes d'érosion/transport et de dépôt.

Les schémas suivants présentent une vue en coupe (profil en travers) et une vue de dessus du Rio après aménagement.



Profil en travers du Rio après restauration





Vue de dessus du Rio après restauration

#### **4.3. ARRACHAGE DE LA JUSSIE A GRANDES FLEURS ET PLANTATION D'UNE RIPISYLVE**

Comme le montre l'expertise écologique, le Rio accueille de vastes peuplements monospécifiques de Jussie à grandes fleurs. Aussi, avant toute intervention de retrait de substrat dans le lit mineur, il est nécessaire d'extraire la totalité de ces plantes invasives. Etant donnée leur grande capacité de bouturage, cette opération devra être réalisée avec un soin particulier. Une intervention manuelle est donc préconisée.

Comme le précise la fiche récapitulative de gestion de la Jussie (annexe 1 du présent document), l'opération d'arrachage sera de préférence réalisée au mois d'août ou de septembre, préalablement au début des travaux d'excavation. La mise en place de filet barrage devra nécessairement être réalisée afin de lutter contre la dérive de fragments de plante.

De plus, afin de lutter contre la réimplantation de la Jussie après les travaux, nous préconisons la plantation d'une ripisylve sur les 2 rives du Rio. (300 ml en RG et 130 ml en RD)



## 5. ESTIMATION DU COUT DES PRINCIPAUX TRAVAUX DE REHABILITATION DU RIO

Le tableau suivant présente les coûts des principales opérations qui seront réalisées dans le cadre de la restauration de la connexion du Rio à la Loire, depuis sa confluence jusqu'à la base de loisirs.

Opération	Prix unitaire	Quantité	Prix HT
<b>Arrachage manuel de la Jussie réalisé par une entreprise spécialisée</b>	3 € / m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>	6 000 €
<b>Transport et mise en décharge de la jussie (distance comprise entre 0,5 et 2 km)</b>	2,5 € / m <sup>3</sup>	600 m <sup>3</sup>	1 500 €
<b>Plantation d'une ripisylve au niveau de tronçon colonisé par la Jussie (fourniture et plantation)</b>	10 € / ml	300 ml en rive gauche 130 ml en rive droite	4 300 €
<b>Retrait à la pelle mécanique du substrat</b>	12 € / m <sup>3</sup>	2900 m <sup>3</sup>	34 800 €
<b>Transport du substrat pour la mise en décharge (distance comprise entre 0,5 et 2 km)</b>	2,5 € / m <sup>3</sup>	2900 m <sup>3</sup>	7 250 €
<b>Mise en décharge et traitement du substrat</b>	Hypothèse basse : 10 € / m <sup>3</sup>	2900 m <sup>3</sup>	29 000 €
	Hypothèse haute : 55 € / m <sup>3</sup>	2900 m <sup>3</sup>	159 500 €
<b>Prix total HT (hypothèse basse)</b>			<b>82850 €</b>
<b>Prix total HT (hypothèse haute)</b>			<b>213350 €</b>

Nota : Le substrat étant principalement sableux, il devrait pouvoir être valorisé. Le coût de son traitement devrait donc être proche de 10 € / m<sup>3</sup>.

Etant donnée la variabilité des coûts de traitement du substrat en fonction de sa nature, des analyses seront prochainement réalisées par les services de la Ville d'Orléans. Le résultat de ces analyses permettra d'affiner les estimations.

## 6. ANNEXES

### 6.1. ARRACHAGE MANUEL DE LA JUSSIE

#### Objectifs

Les objectifs de l'intervention sont :

- réduire le développement des herbiers en place afin de réduire les nuisances et les coûts de gestion ultérieurs ;
- limiter l'expansion de la plante en évitant la colonisation d'autres sites.

Dans le cas d'un entretien de sites, cette technique permet de prévenir toute nouvelle invasion. Cette technique, appliquée sur le long terme, se révèle être efficace pour contenir l'expansion de la jussie. Il s'agit d'une technique sélective (arrachage ciblé des jussies), qui n'impacte que faiblement le milieu aquatique.

#### Description de la technique :

- Intervention depuis les berges (à pied) ou la zone en eau (à l'aide d'une embarcation) ;
- Arrachage depuis la périphérie de l'herbier vers son centre, afin d'éviter la fragmentation des plantes ;
- Arrachage de l'intégralité des tiges et du maximum de racines enfouies dans le sédiment ;
- Récupération des fragments de plantes à l'aide d'un outil adapté (époussette par exemple) ;
- Si nécessaire (courant, vent fort), pose de filets barrage afin d'éviter la dérive et la dissémination des fragments de plante ;
- Récupération des plantes dans des contenants (bacs pastiques, sacs) ou dépôt sur la barque ;
- Stockage temporaire des déchets sur la berge, au niveau d'une zone de dépôt isolée par un film plastique. Si linéaire important, créer plusieurs zones de stockage.
- Evacuation par camion ou remorque selon les quantités.
- Nettoyage méticuleux des outils et des engins en fin de chantier, afin d'éviter toute contamination d'autres sites.

#### Calendrier d'intervention

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



## Moyens humains :

En fonction de l'ampleur de la zone à traiter.

- Au minimum 2 personnes (pour des raisons de sécurité et de logistique).
- Le plus souvent : équipe de 3 à 6 personnes.

Plusieurs possibilités : par une entreprise spécialisée, une entreprise d'insertion ou en régie.



## Moyens matériels :

- Embarcation, moteur et remorque,
- Pantalons de pêche, gants, gilets de sauvetage,
- Filets à mailles fines,
- Sacs de stockage de déchets verts, bacs en plastique (type poubelle),
- Râteaux, épuisettes.

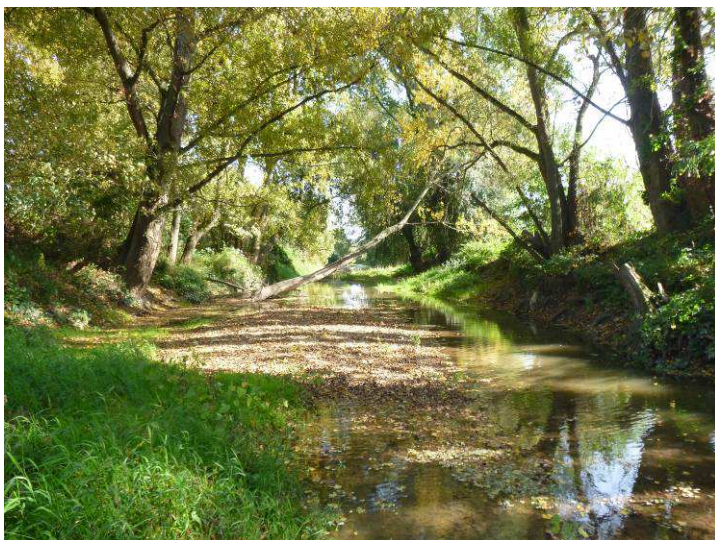
Arrachage manuel d'herbiers de jussie  
localisés près des berges

## 6.2. REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE LE LONG DU RIO



*Photographie du bouchon sablonneux situé à la confluence du Rio et de la Loire. Au second plan, le pont ferroviaire.*

*Ce premier bouchon correspond à l'atterrissement n°1 figurant sur le graphique de la page précédente.*



*Vue depuis l'aval dirigée vers l'amont illustrant le secteur au sein duquel on recense les atterrissements n°2, 3 et 4 figurant sur le graphique de la page précédente*





*Photographie du bouchon sableux situé à la diffluence. A gauche, la Loire et à droite, le début du Rio.*

*On y voit distinctement le premier atterrissement du bouchon sableux limitant l'alimentation en eau du Rio*

*Localisation du point le plus haut du verrou de sable.*

*On aperçoit au sud la base de loisirs et le pont traversant le Rio.*





*Photographie du secteur amont fortement exhaussé. Au dernier plan, on distingue l'arche rectangulaire du pont piéton situé à proximité de la diffluence.*

*A ce niveau, les dépôts sableux sont nombreux et les plus importants rompent la continuité de l'écoulement, parfois sur plusieurs dizaines de mètres.*



*Photographie vers l'aval du Rio, prise 100 m en aval du pont de la base de loisirs.*

*Elle illustre le fort développement de la végétation entre le pont de la base de loisirs et le pont situé en aval. La Jussie à grandes fleurs (*Ludwigia grandiflora*) forme des tapis denses stabilisant le substrat et ralentissant l'écoulement des eaux.*