

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

Janvier 2014



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

Janvier 2014



**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)	Nom et signature du vérificateur
2	17 février 2014	Jessica VIZINET Jean-Benoît HANSMANN Louis BRETON	Mikaël TREGUIER

Sommaire

1. CONTEXTE ET ENJEUX DE LA MISSION	4
1.1. Objet de la mission	4
1.2. Territoire d'étude	4
2. EXPERTISE DU FONCTIONNEMENT HYDROMORPHOLOGIQUE	5
2.1. Contexte	5
2.2. Fonctionnement hydromorphologique du Rio	7
2.2.1. Levés topographiques difffluence Loire / Rio et confluence Rio / Loire	7
2.2.2. Profil en long du Rio	11
2.2.2.1. Interprétation	15
2.2.3. Analyse des dysfonctionnements	21
2.2.4. Périodes de déconnexion	22
2.3. Conclusion	25
3. EXPERTISE HYDROBIOLOGIQUE	26
3.1. Qualité de l'eau	26
3.1.1. Mesures physico-chimiques	26
3.1.2. Analyses chimiques	27
3.2. Inventaire des diatomées	27
3.2.1. Prélèvement des diatomées	27
3.2.2. Peuplement algal	28
3.3. Expertise de la faune piscicole	31
3.3.1. Modalités de pêche	31
3.3.2. Espèces recensées	31
3.3.3. Analyse des peuplements	33
3.3.4. Zonation piscicole	38
3.3.5. Données complémentaires	40
3.3.6. Espèces patrimoniales	41
3.3.7. Espèces exotiques	42
3.3.8. Conclusion	42
4. CONCLUSION GENERALE	43

1. CONTEXTE ET ENJEUX DE LA MISSION

1.1. OBJET DE LA MISSION

Dans le cadre de la mise en œuvre de son Agenda 21, la ville d'Orléans a adopté en 2009 un « Plan Biodiversité spécifique » visant à améliorer la connaissance du patrimoine naturel et à en assurer la préservation et la gestion. Cette mission d'expertise du Rio et d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour sa réhabilitation s'inscrit dans la mise en œuvre de cet Agenda 21, et plus particulièrement dans le cadre de l'appel à projets AMBRE (Actions pour le Maintien de la Biodiversité et la Restauration des Ecosystèmes) porté par la Région Centre.

Cette mission a pour objet la réalisation d'une étude préalable à la réhabilitation d'un bras secondaire de la Loire, le Rio de l'Île Charlemagne, ainsi qu'un accompagnement du maître d'ouvrage lors des travaux de génie écologique.

L'objectif de ce projet est la réhabilitation expérimentale, à caractère reproductible et transposable, de tronçons de l'annexe hydraulique. Cette réhabilitation pourrait être conduite par divers travaux tels que le curage du lit (vieux fond, vieux bords), le reprofilage et la mise en lumière des berges (gestion différentielle des ligneux) ou la gestion de la végétation aquatique et rivulaire, notamment en ce qui concerne les espèces invasives...

Ce rapport présente le diagnostic du fonctionnement hydrologique de la zone et l'expertise du milieu aquatique.

1.2. TERRITOIRE D'ETUDE

Le cours du Rio et ses berges s'inscrivent dans un milieu à caractère naturel très riche à forte valeur patrimoniale, comme en témoignent les différents zonages réglementaires suivants :

- ZNIEFF de type II 240030651 « La Loire orléanaise » ;
- 2 sites Natura 2000 :
 - Une partie de la zone d'étude est incluse dans le site désigné au titre de la Directive Habitats (ZSC) FR 2400528 « Vallée de la Loire de Tavers à Belleville-sur-Loire » ;
 - La zone d'étude est également à proximité immédiate du site désigné au titre de la directive Oiseaux (ZPS) FR 2410017 « Vallée de la Loire du Loiret ».

Ce site fait également partie intégrante du linéaire ligérien inscrit par l'UNESCO au **Patrimoine Mondial de l'Humanité**, s'étendant de Sully-sur-Loire (45) à Chalonnes-sur-Loire (49).

La base de Loisirs de l'île Charlemagne est située sur des terrains appartenant à la mairie d'Orléans. Le Rio et les ballastières à l'ouest du grand plan d'eau sont quant à eux situés sur le domaine public.

Cette richesse écologique est intimement liée à l'axe ligérien, la Loire et ses milieux connexes formant un vaste continuum aquatique pour les espèces faunistiques et floristiques de ces milieux. Ces habitats humides ou aquatiques sont autant de sites susceptibles d'accueillir **un patrimoine naturel singulier** et dont **l'expertise écologique et hydrologique permet de révéler non seulement la qualité mais également les conditions nécessaires à sa préservation.**

2. EXPERTISE DU FONCTIONNEMENT HYDROMORPHOLOGIQUE

2.1. CONTEXTE

Le Rio est un bras secondaire de la Loire d'une longueur d'environ 2600 m. A ce jour, cette annexe hydraulique souffre d'un atterrissement notoire et d'un déficit d'alimentation en eau, principalement durant la période estivale et le début de l'automne.

La carte suivante replace le Rio dans son contexte hydrographique. Au nord s'écoule la Grande Loire, contrainte au nord par le canal d'Orléans et au sud par une ligne discontinue de duits¹.

Au sud de ces deniers, la Petite Loire serpente entre des îles et des atterrissements, établissant des connexions avec la Grande Loire ainsi qu'avec des annexes fluviales telles que le Rio.

Largement canalisée, la Grande Loire concentre la grande majorité du débit. La Petite Loire est principalement alimentée au cours des périodes de hautes et de moyennes eaux.

Les extractions de matériaux et tout particulièrement de sable dans le lit mineur du fleuve durant plusieurs décennies ont contribué à modifier le fonctionnement hydrologique de la Loire, provoquant l'incision progressive du lit mineur.

Les extractions massives ne sont pas seules responsables de cette évolution. L'endiguement, les quelques ouvrages de navigation ainsi que les barrages dans la Loire amont bloquant le transit de la fraction la plus grossière de la charge de fond jouent également un rôle important dans ce processus².

En 1994, l'abaissement du fond de la Loire à Orléans était estimé à environ 1,5 m par rapport au début du XX^{ème} siècle³.

Cette dernière a notamment pour conséquence la déconnexion de certaines annexes hydrauliques, parmi lesquelles le Rio.

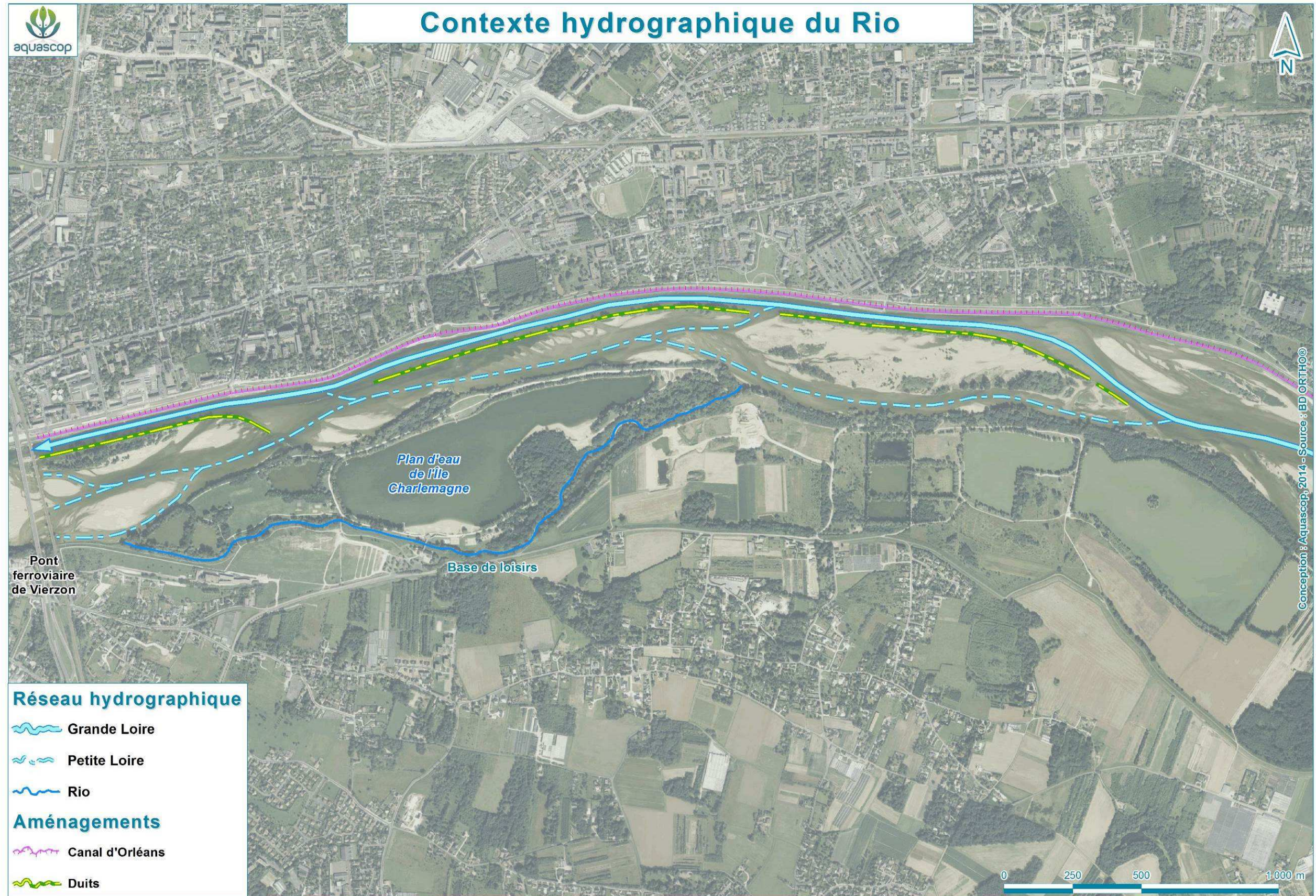
La diminution de la durée et de l'intensité de l'alimentation en eau a conduit à l'atterrissement progressif du lit mineur ainsi qu'à la formation d'un étranglement (bouchon) au niveau de la diffluence.

Outre les impacts sur le profil en long et la formation d'obstacles à l'écoulement, les modifications du fonctionnement hydrologique mettent en péril le maintien des milieux naturels adjacents tels que les boisements alluviaux dont la pérennité dépend directement des conditions d'alimentation en eau des sols où ils se développent. Ces modifications mettent également en péril les activités récréatives liées au Rio, notamment la pêche de loisirs, gérée par l'AAPPMA « Le Sandre orléanais » ainsi que la pratique du canoë et du kayak, encadrée par le CKCO (Canoë Kayak Club Orléans).

¹ Digue artificielle.

² D'après S. BRAUD, 2012, La Loire moyenne : Rythmes d'évolution et enjeux d'évolution, DREAL Centre, *Symposium européen problèmes actuels de la protection contre les inondations*

³ D'après Gazowski, 1994, L'enfoncement du lit de la Loire, *Revue géographique de Lyon*, 69/1 : 41-46



2.2. FONCTIONNEMENT HYDROMORPHOLOGIQUE DU RIO

La caractérisation du fonctionnement hydromorphologique du Rio a nécessité :

- la caractérisation topographique de la difffluence Loire / Rio (partie amont) et de la confluence Rio / Loire (partie aval) afin de caractériser le ou les bouchons existants et de connaître les conditions d'alimentation en eau du Rio,
- la réalisation du profil en long du Rio afin de localiser et quantifier les dysfonctionnements,
- l'estimation des hauteurs minimales des eaux de la Loire nécessaires, à ce jour, pour alimenter en eau le Rio par l'amont ou par l'aval.

2.2.1. Levés topographiques difffluence Loire / Rio et confluence Rio / Loire

Afin de décrire les conditions d'alimentation en eau du Rio, nous avons réalisé, suivant 3 transects passant par la Loire et le Rio, des levés topographiques des fonds de la Loire, de l'entrée du Rio et de son exutoire. Ces mesures permettent de décrire avec précisions les caractéristiques des extrémités du Rio, notamment de déterminer les hauteurs des différentes composantes (cf. figure ci-dessous). Ces levés topographiques consistent en la mesure des différentes cotes à l'aide d'un GPS de grande précision.

Levé topographique suivant 3 transects Loire / Rio

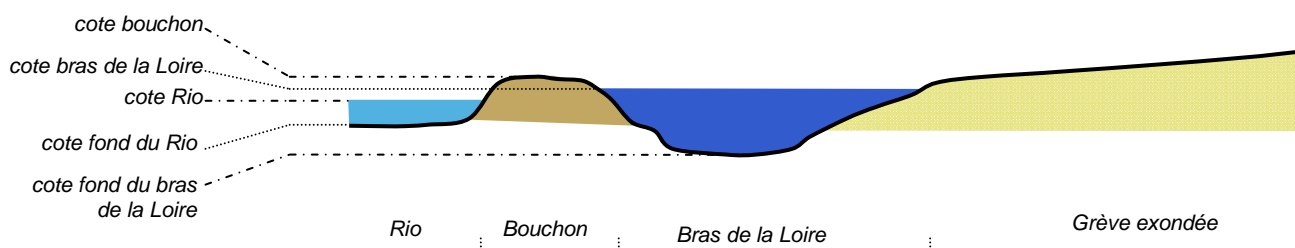


Relevé des points GPS



Transect réalisé le long d'une corde tendue

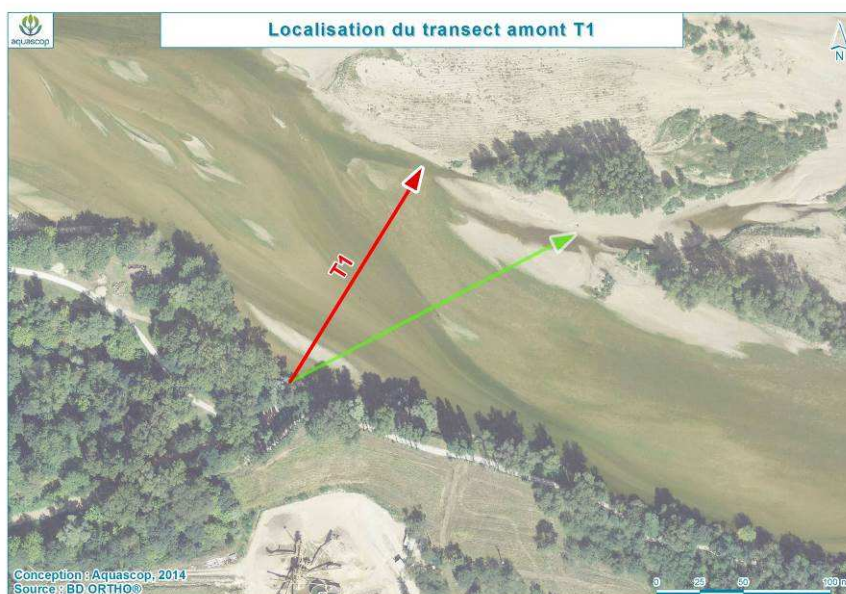
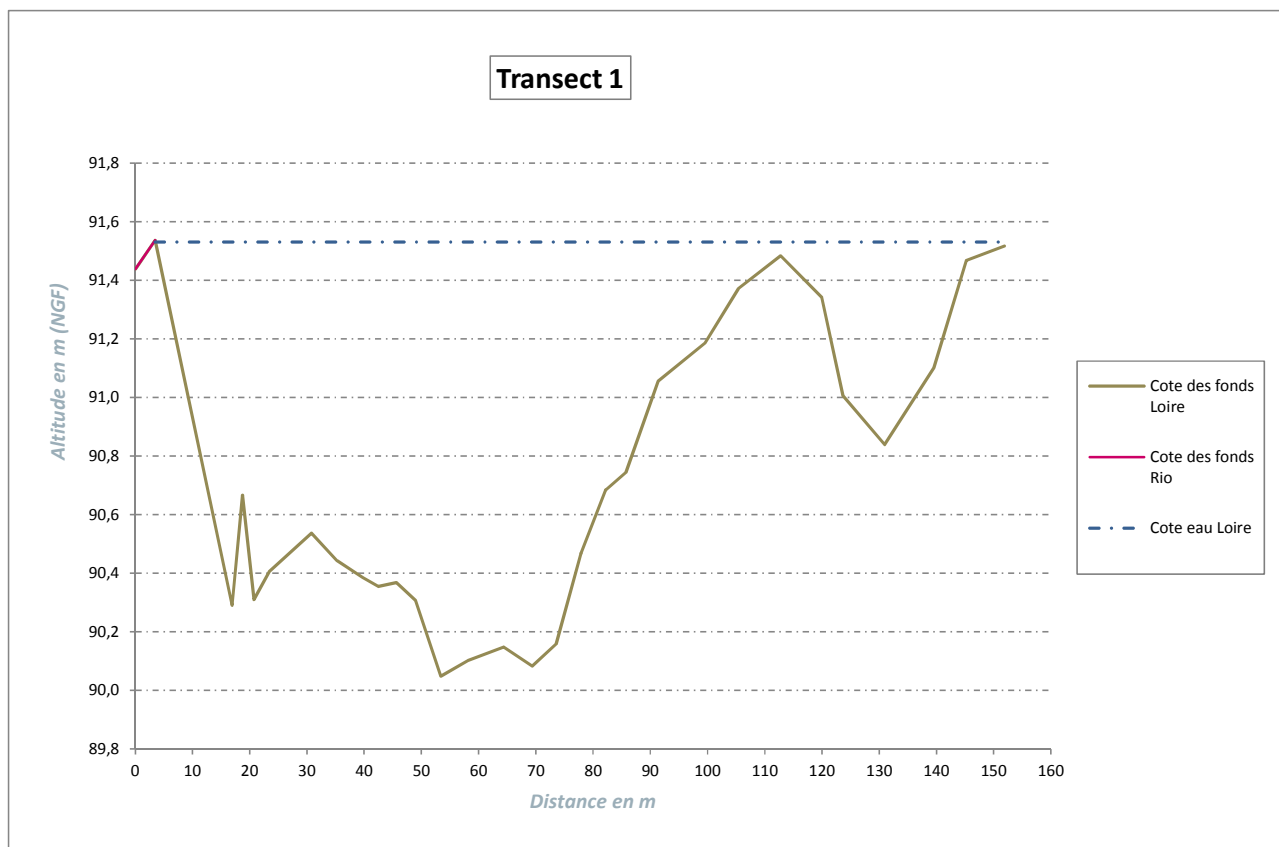
Détermination des différentes cotes

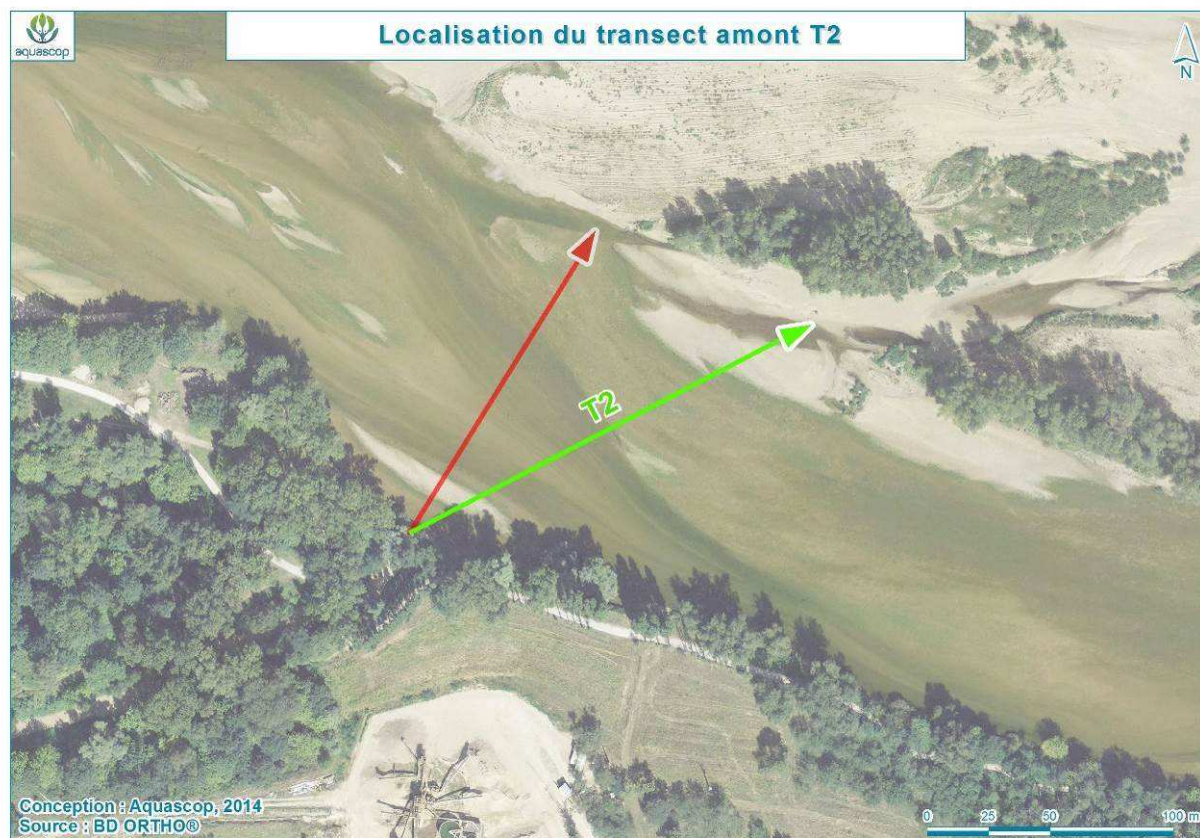
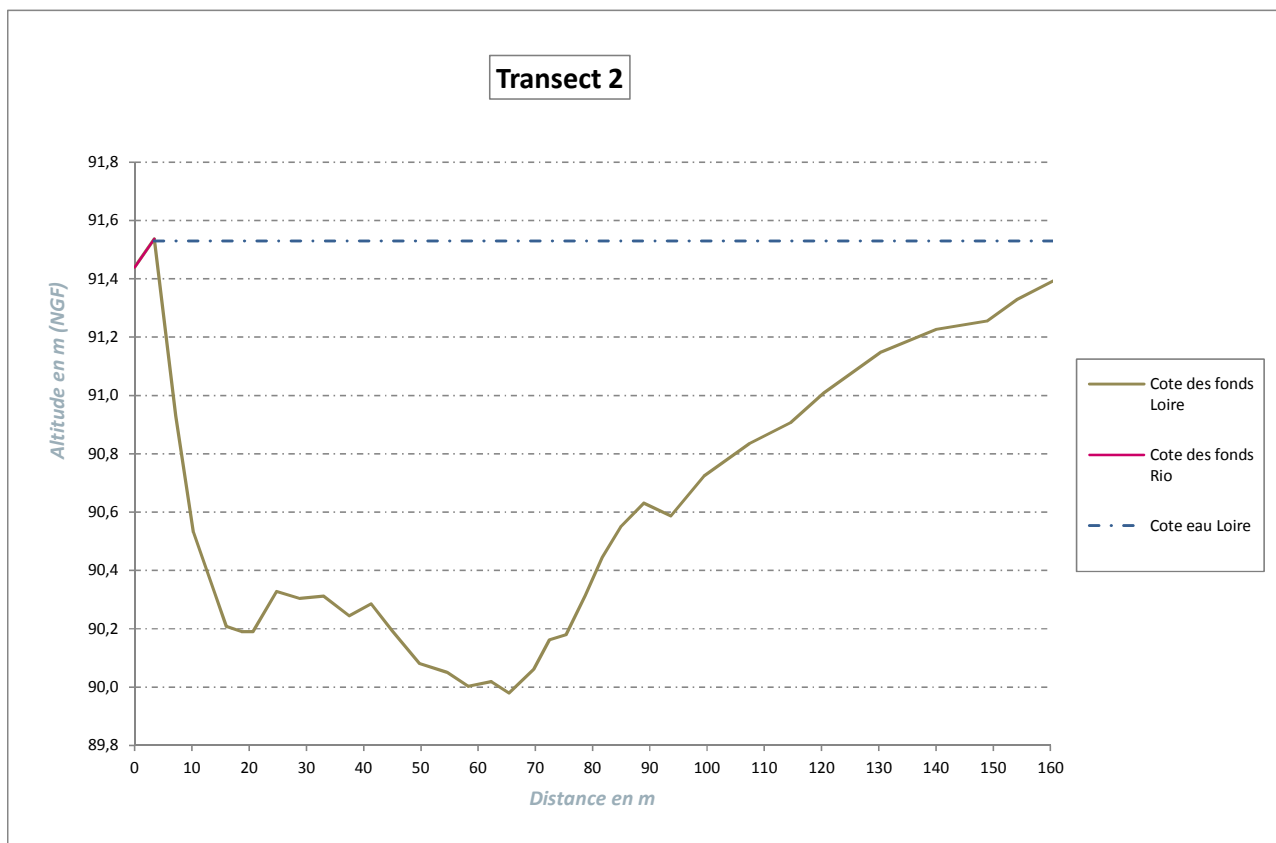


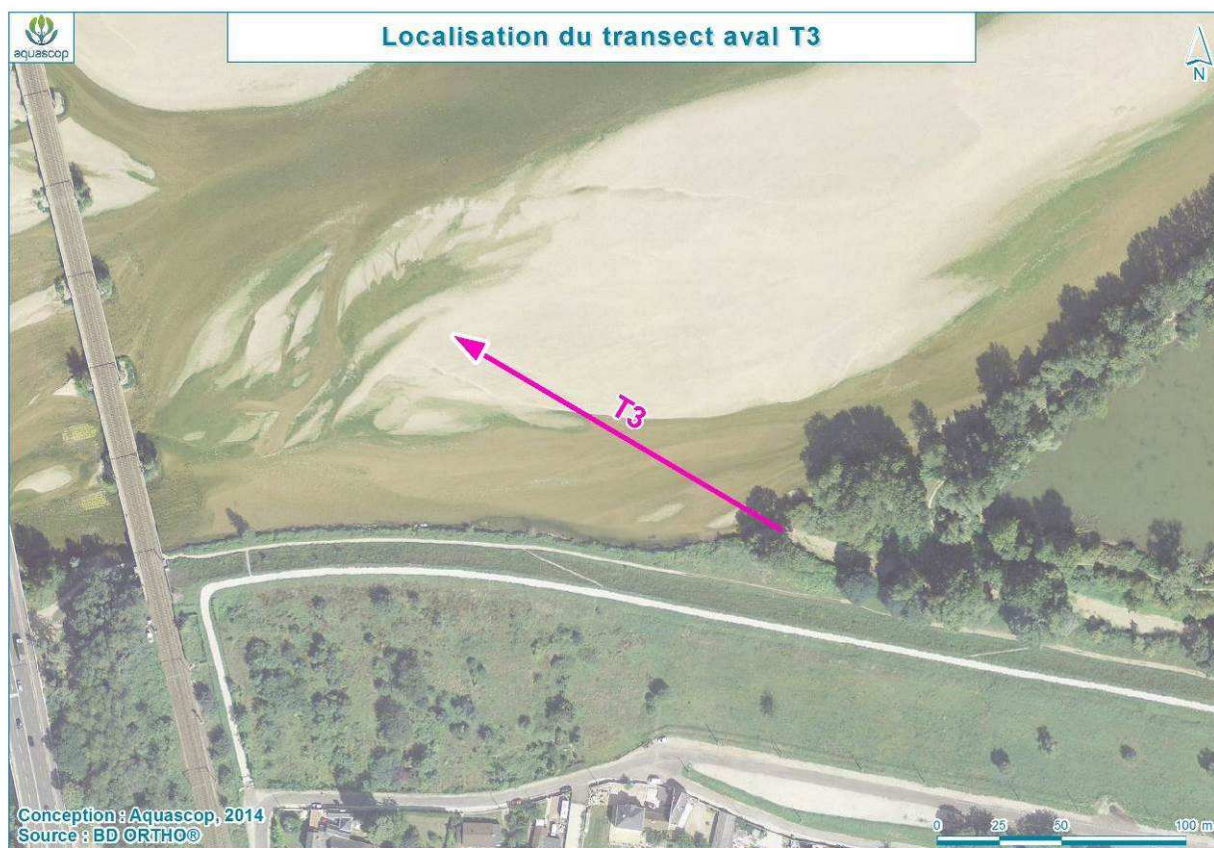
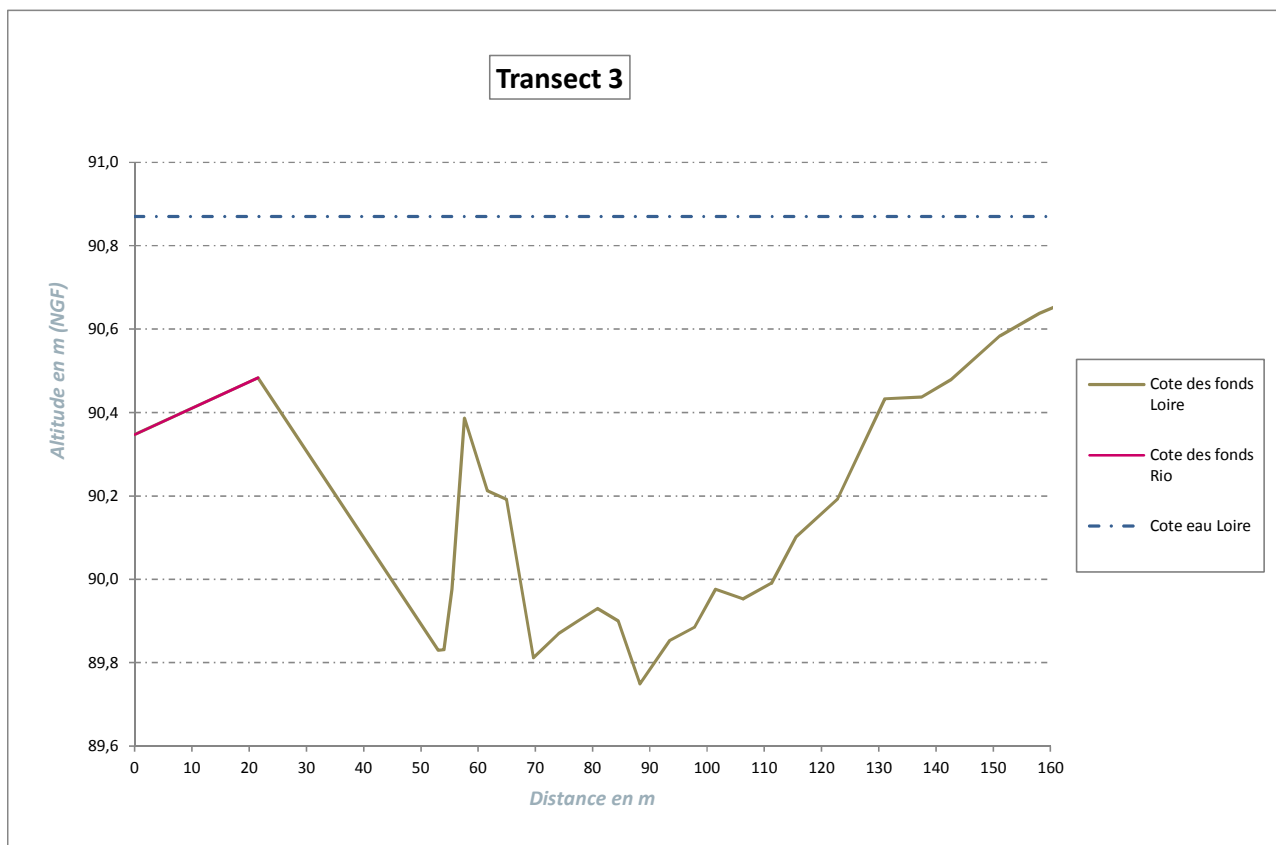
Les graphiques suivants présentent les résultats des levés topographiques par transect. Ces derniers sont localisés sur les vues aériennes en dessous des graphiques.

Les 3 composantes suivantes sont représentées sur chacun des graphiques :

- les cotes du lit du Rio ;
- les cotes du fond de la Loire ;
- la cote des eaux de la Loire mesurée le jour du relevé topographique. (En amont, la cote était de 91,53 m NGF et en aval de 90,87 m NGF.).







■ Commentaires

Les transects T1 et T2 montrent que le chenal de la Petite Loire ne présente pas d'obstacle jusqu'au Rio. La connectivité du Rio n'est donc pas dégradée par le profil de la Loire

La transect T3 fait apparaître une division du chenal de la Petite Loire, scindé en 2 par un banc de sable transversal immergé. A ce jour, celui-ci ne constitue pas un obstacle à la connexion du Rio avec la Loire, l'exutoire du Rio dépassant son niveau d'environ 10 cm. Si ce banc de sable devait s'accroître, il est alors possible qu'il contribue à la diminution de l'alimentation en eau par l'aval du Rio. Aussi, il sera important de suivre son évolution, notamment si des travaux de reconnexion du Rio par l'aval étaient envisagés.

2.2.2. Profil en long du Rio

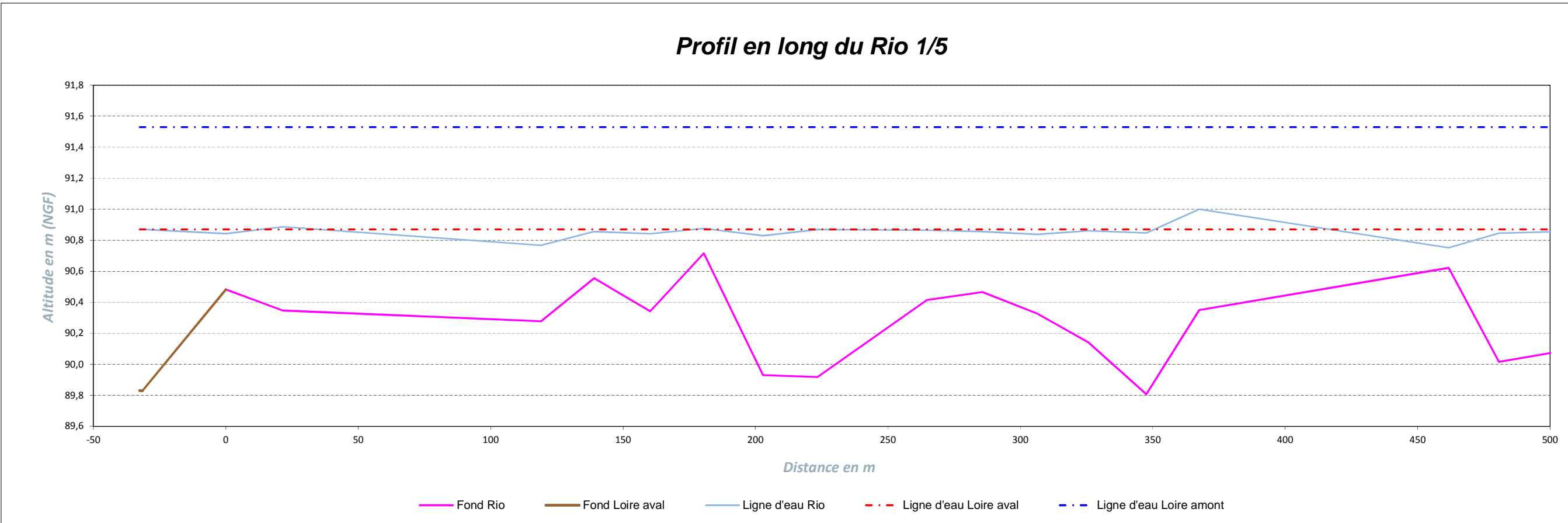
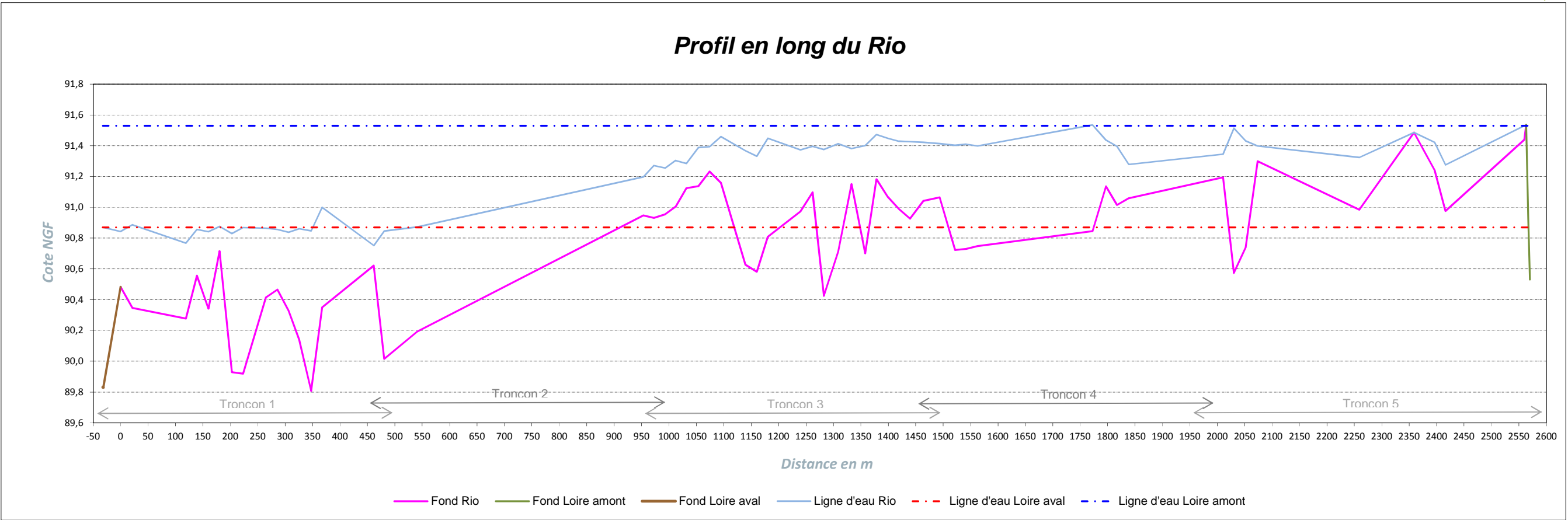
Portant sur l'ensemble du linéaire du Rio, le profil en long a été réalisé à l'aide d'un GPS de grande précision, permettant de relever les coordonnées géographiques et l'élévation du point mesuré.

Les graphiques suivants présentent les résultats du profil en long. Le premier graphique, couvrant la totalité du linéaire, permet d'avoir une vue d'ensemble du profil en long. La forte disproportion des échelles de longueur et de hauteur accentue fortement les irrégularités horizontales des fonds du lit du Rio. Pour une meilleure lisibilité et une atténuation de ces amplifications, le linéaire a été découpé en 5 tronçons de longueur comparables. Leur profil est présenté dans les 5 autres graphiques suivants.

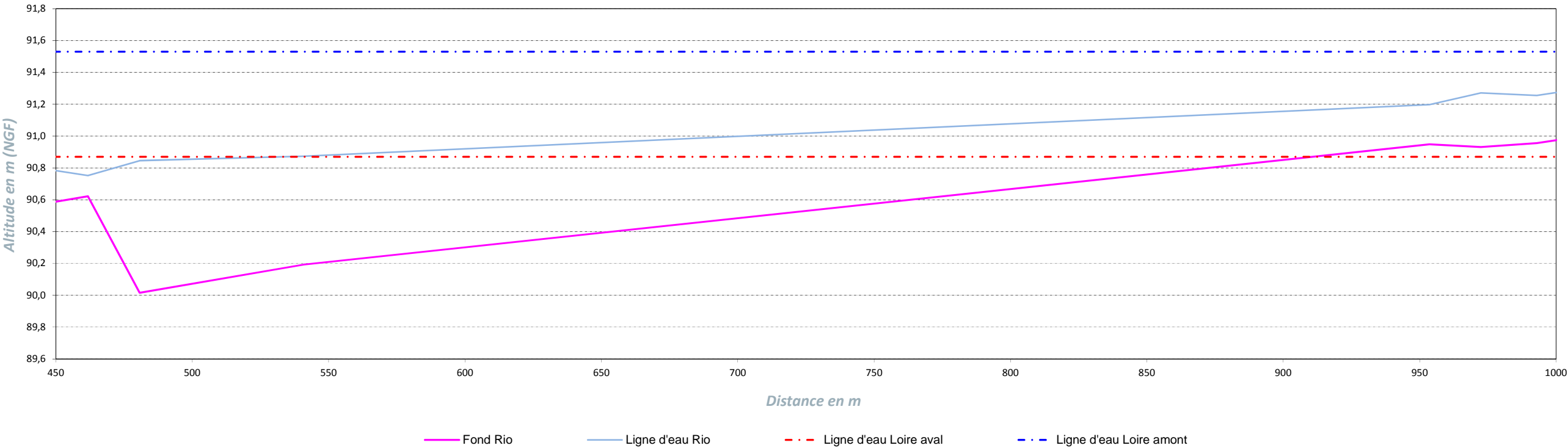
6 données différentes sont représentées dans ces graphiques :

- les cotes du fond de la Loire en aval du Rio ;
- les cotes des fonds du Rio ainsi que les cotes des fonds de la Loire en amont du Rio ;
- la ligne d'eau mesurée dans le Rio le jour des relevés ;
- la cote des eaux de la Loire en amont du Rio (mesurée de jour des levés topographiques) ;
- la cote des eaux de la Loire en aval du Rio également mesurées ce même jour (mesurée de jour des levés topographiques).

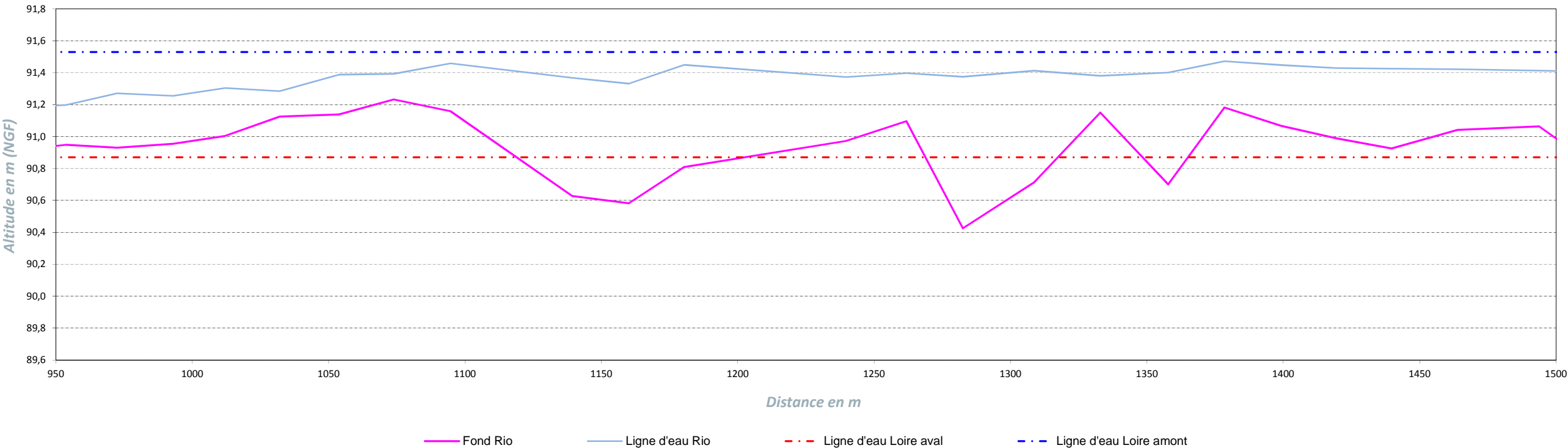
Notons que le jour des levés topographiques, la cote amont de la Loire était très proche de celle du point le plus haut du Rio dans sa partie amont (cote maximale du bouchon amont), la différence étant d'après les mesures inférieure à 1 cm.



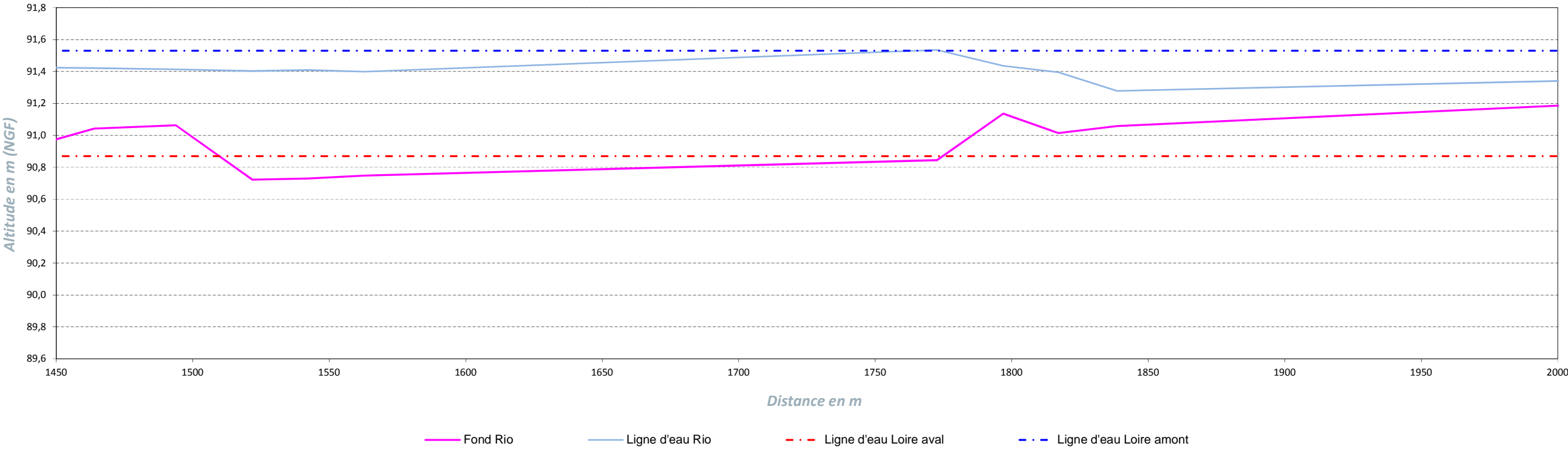
Profil en long du Rio 2/5



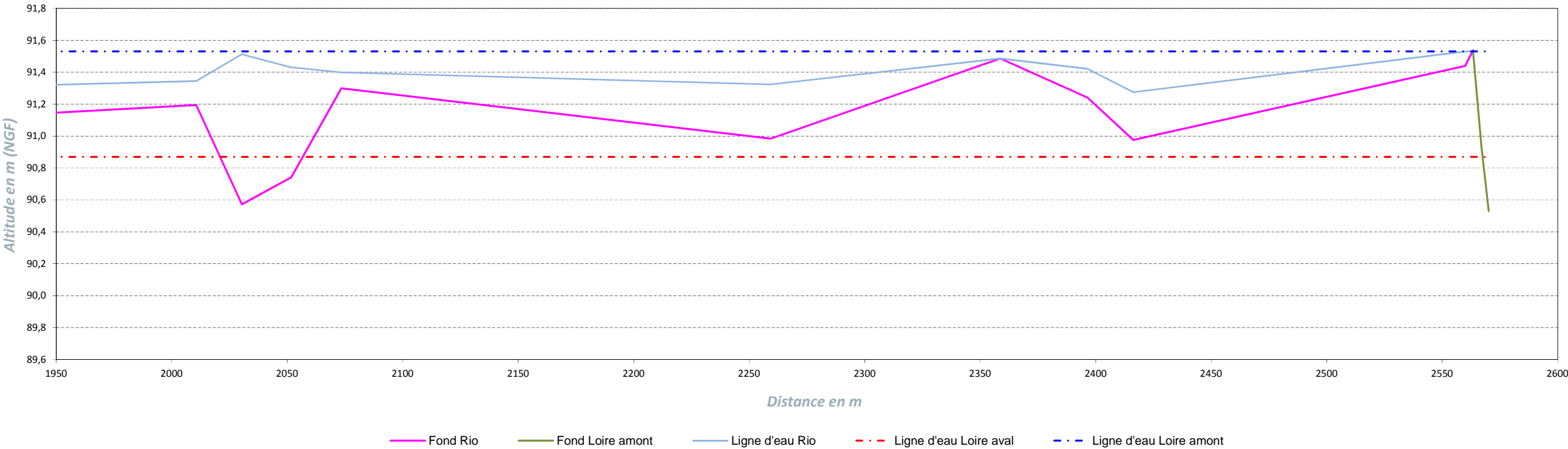
Profil en long du Rio 3/5



Profil en long du Rio 4/5



Profil en long du Rio 5/5



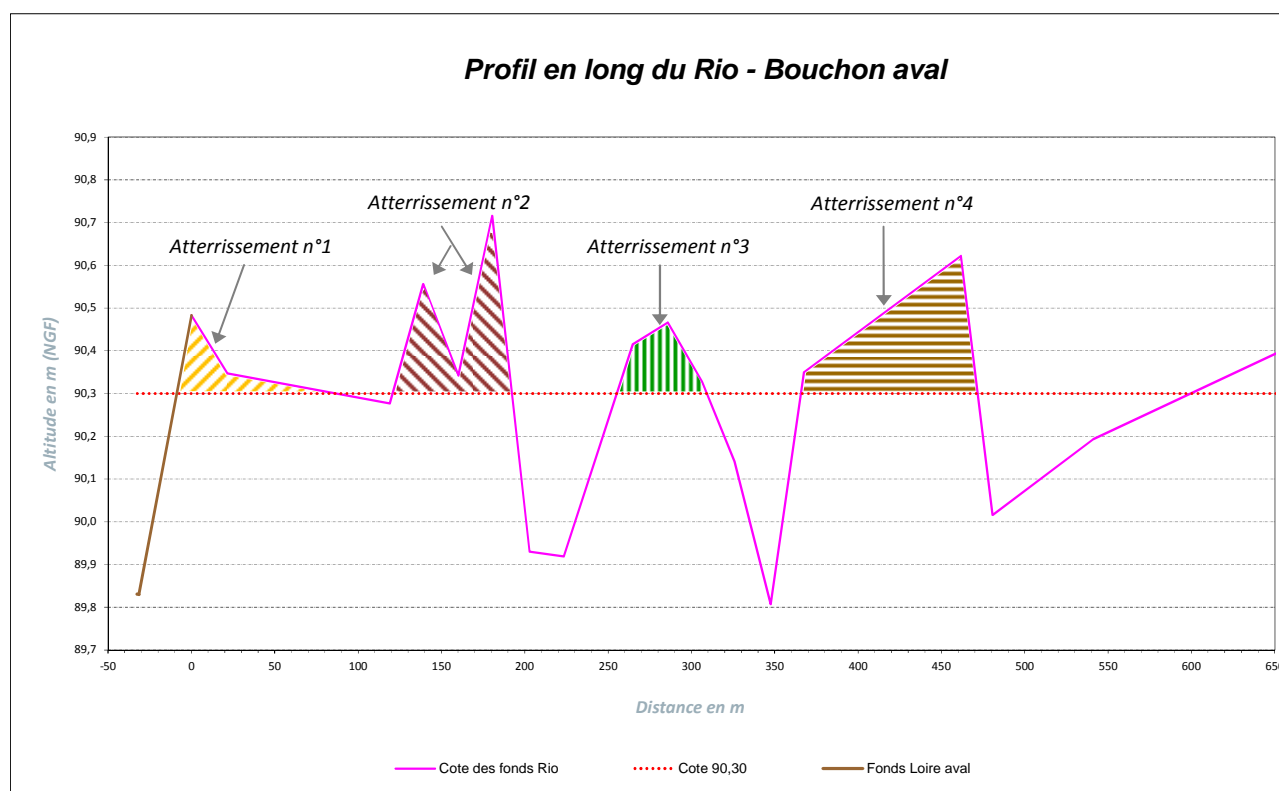
2.2.2.1. Interprétation

La lecture du profil en long fait apparaître 2 principaux types de dysfonctionnements du Rio, d'une part **l'existence de 2 bouchons⁴ sableux**, l'un situé à l'amont et l'autre à l'aval, limitant tous deux l'alimentation en eau et d'autre part **un exhaussement généralisé du lit, particulièrement marqué dans les 2/3 amont** du linéaire.

Le bouchon aval

Au niveau de la confluence Rio / Loire, on recense plusieurs atterrissements, essentiellement composés de sable et d'un peu de limon. Le graphique suivant, adapté du profil en long, permet de les localiser et de quantifier leur étendue.

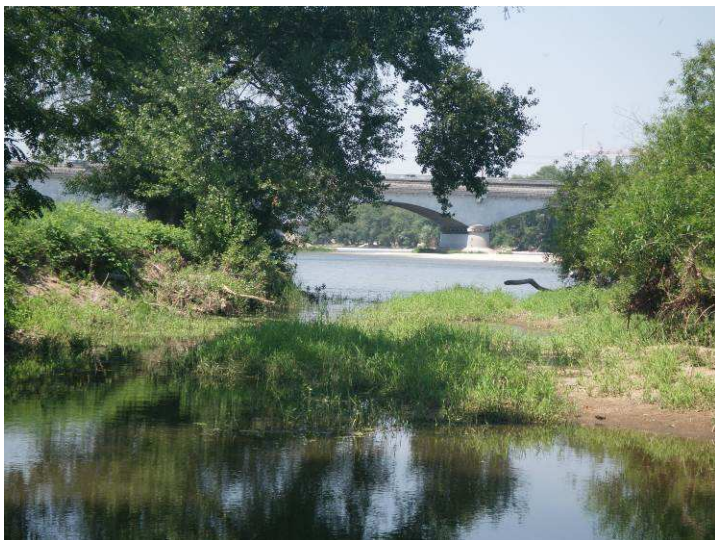
La cote de référence choisie pour estimer la hauteur des atterrissements et figurant sur le graphique est 90,30 m NGF. Il s'agit de la cote pour laquelle la zone précédant le premier atterrissement est tout juste en eau.



Le tableau suivant présente les dimensions des atterrissements.

	Atterrissement n°1	Atterrissement n°2	Atterrissement n°3	Atterrissement n°4
Cote NGF maximale	90,48 m	90,71 m	90,46 m	90,62 m
Hauteur maximale (par rapport à la cote 90,30 m)	18 cm	41 cm	16 cm	32 cm
Longueur correspondante (estimation : +/- 5 m)	100 m	70 m	55 m	105 m

⁴ Le terme bouchon désigne le ou les atterrissements situés à proximité de la confluence ou de la diffluence.



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.

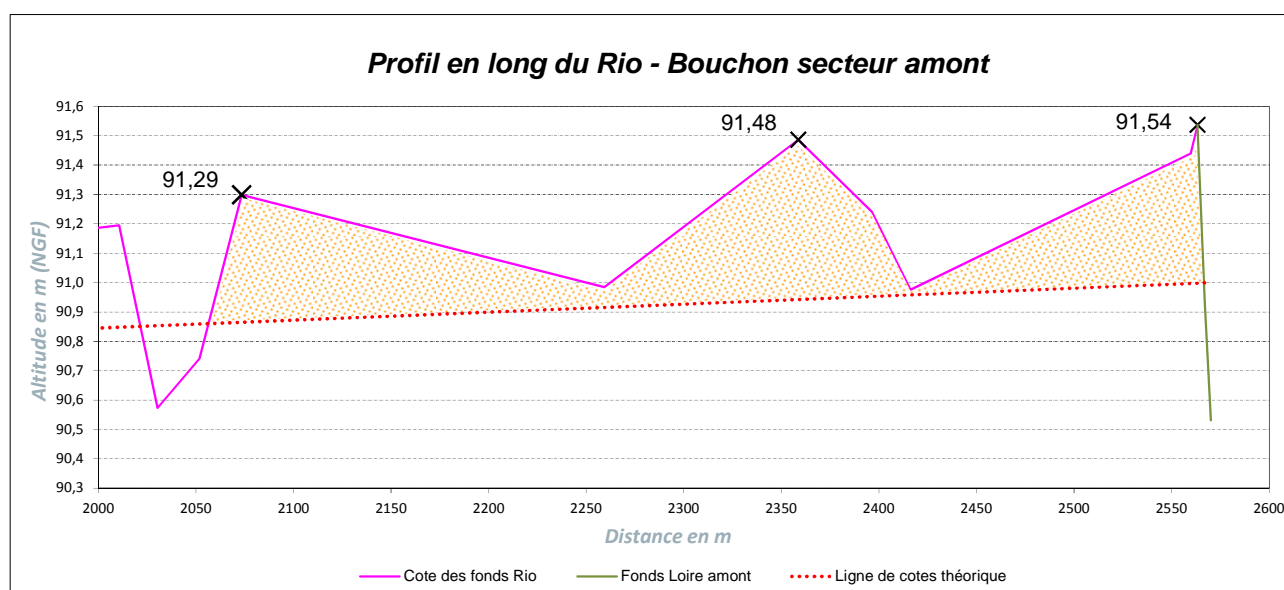


Vue depuis l'aval dirigée vers l'amont illustrant le secteur au sein duquel on recense les atterrissements n°2, 3 et 4 figurant sur le graphique de la page précédente

Le bouchon amont

Au niveau de la **difffluence Loire / Rio**, on observe également un **bouchon** composé essentiellement de sables et minoritairement de limons. Le graphique suivant, adapté du profil en long, permet de localiser et de quantifier l'étendue des atterrissements qui composent ce bouchon.

Pour estimer leur hauteur, la cote de référence aval est celle utilisée pour l'estimation des hauteurs des atterrissements du secteur de la confluence. La cote de référence de l'amont a été estimée à partir de la cote aval, en respectant la pente de la Loire mesurée *in situ* qui est de 0,27‰. La cote NGF de référence amont ainsi calculée est de 91,0 m.



Ce graphique fait apparaître l'existence d'une **zone étendue (environ 500 m) fortement atterrie** dans son ensemble et **surmontée par des bouchons sableux** dont les cotes maximales sont de 91,29 m à 91,54 m. Par rapport à la ligne de cote de référence, ces bouchons ont des hauteurs maximales comprises entre 40 cm et 55 cm.

Notons que dans le cas présent, il est difficile d'identifier d'une part le bouchon et d'autre part l'exhaussement généralisé du lit. Les obstacles mesurés ici sont certainement la superposition d'atterrissements étendus, et de bouchons, plus localisés.



Photographie du bouchon sableux situé à la confluence. À 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

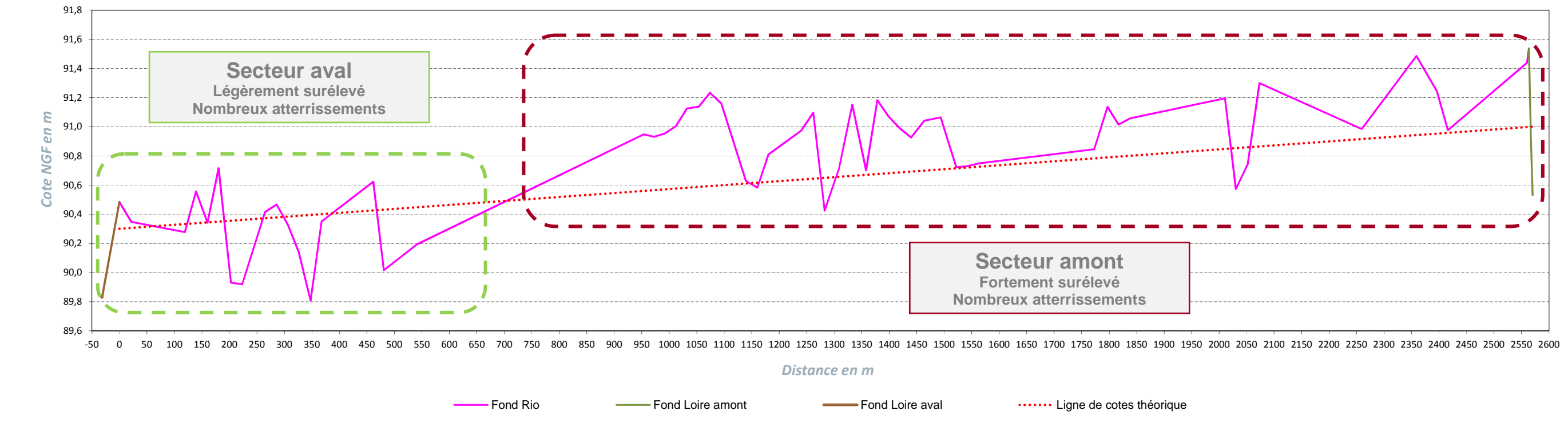
■ Exhaussement du lit

La lecture du profil en long fait apparaître **un exhaussement généralisé du Rio dans les 2/3 amont** de son linéaire.

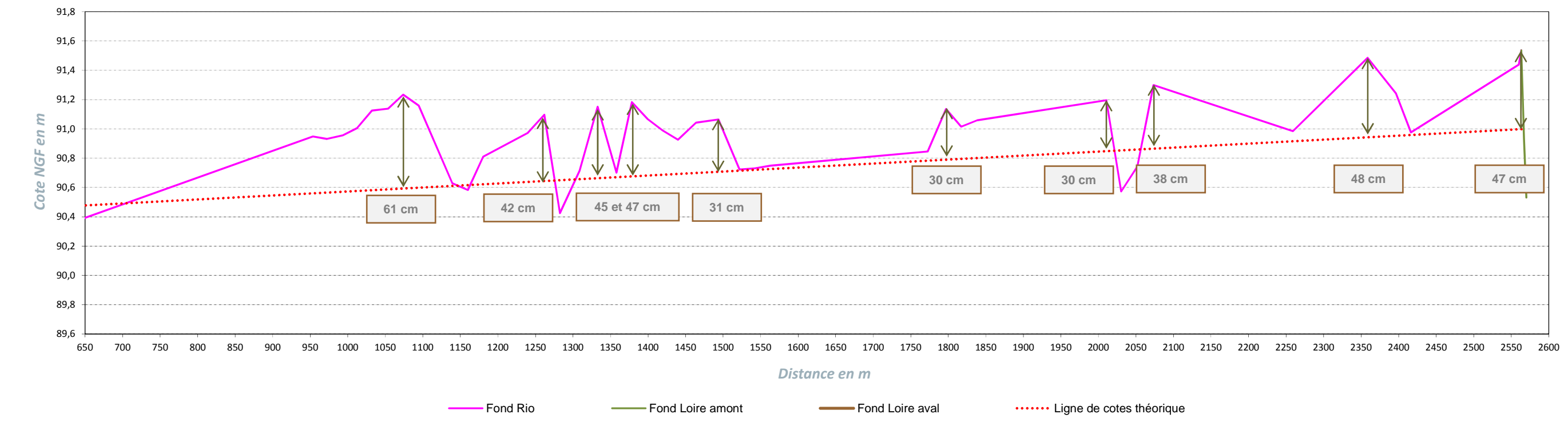
Pour estimer l'ampleur de cet exhaussement, il a été nécessaire de déterminer une ligne de fond de référence, nommée ci-après « ligne de cotes théorique ». L'estimation de celle-ci suit le même raisonnement que précédemment : la cote de référence aval est celle utilisée pour l'estimation de la hauteur des atterrissements de l'aval et la cote de référence de l'amont a été calculée à partir de la cote aval, en respectant la pente de la Loire mesurée *in situ* et qui est de 0,27‰. La cote NGF de référence amont ainsi calculée est de 91,0 m.

Les graphiques suivants présentent les cotes de fonds du Rio et d'autre part la ligne de cotes théorique.

Profil en long du Rio - Exhaussement du lit



Profil en long du Rio - Exhaussement du lit - détail 650 m / 2600 m



La lecture du premier graphique montre clairement un exhaussement généralisé du linéaire amont du Rio, entre les points +750 m et + 2560 m. Le fond y est surélevé par des atterrissements sableux importants. D'après la ligne de cotes théorique, ces bancs de sable atteignent régulièrement une hauteur de l'ordre de 35 à 40 cm environ (cf. second graphique), dont la hauteur moyenne calculée est d'environ 20 cm. Notons que la fin de cet atterrissement est marquée par la présence d'un verrou sableux, dont la hauteur maximale est supérieure de 60 cm par rapport à la ligne de cotes théorique. Ce verrou s'étend sur près de 400 m, entre les points +750m et +1150 m. L'illustration suivante permet de localiser le point le plus haut de cet atterrissement. A ce niveau, l'ensemble du lit du Rio est colonisé par la végétation, et tout particulièrement par la Jussie à grandes fleurs (*Ludwigia grandiflora*) qui recouvre la quasi totalité de la largeur du lit.

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.

● Le profil en long : principales observations

L'étude du profil en long du Rio permet de mettre en évidence les 3 principaux dysfonctionnements suivants :

- 1. La présence d'un bouchon à la diffluence ;**
- 2. La présence d'un bouchon à la confluence ;**
- 3. Un exhaussement généralisé du lit, particulièrement marqué dans les 2/3 amont du linéaire.**

2.2.3. Analyse des dysfonctionnements

Les dysfonctionnements décrits précédemment s'expliquent par le fonctionnement hydromorphologique particulier du Rio. Les principales caractéristiques sont présentées ci-après.

● Création du bouchon amont et exhaussement du lit

L'alimentation en eau du Rio s'effectue principalement en période de moyennes et de hautes eaux, lorsque celles-ci sont particulièrement chargées en matières en suspension.

En période de décrue, la vitesse de l'eau diminue et celle-ci perd alors de sa charge solide. Les matières en suspension s'accumulent au niveau des zones de ralentissement, notamment au niveau de secteurs comme la difffluence du Rio. Au fil des ans, l'entrée du Rio s'atterrit, diminuant les périodes de mise en eau.

De plus, en aval de la difffluence, le lit mineur du Rio s'élargit. La vitesse de l'eau entrant dans le Rio a donc tendance à diminuer après cet étranglement, le dépôt de matière ayant ainsi tendance à augmenter. Le Rio est donc de moins en moins alimenté en eau.

En période d'alimentation, l'ensablement est important du fait de la diminution des vitesses d'écoulement. Notons que la forte végétalisation du Rio depuis la base nautique jusqu'au pont « voitures » situé 310 m environ en aval accentue ce phénomène d'ensablement. Le système racinaire de la végétation contribue d'une part à stabiliser le substrat, limitant ainsi les éventuels exports de sable au cours des périodes de hautes eaux les plus morphogènes. Elle constitue d'autre part un obstacle physique à l'écoulement de part sa hauteur et sa rugosité, ralentissant les eaux et augmentant par conséquent la sédimentation.



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 loisir 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.*

● Création du bouchon aval

Après une période de déconnexion totale, le rétablissement de l'alimentation consécutif à une montée des eaux se fait dans un premier temps par l'aval. Il est alors alimenté par des eaux circulant à contre-sens de celles de la Loire. Arrivant dans le bras avec une vitesse faible, l'eau est peu chargée en matières en suspension et celles-ci se déposent rapidement après l'entrée dans le bras, c'est-à-dire à proximité de la confluence avec la Loire. Les dépôts successifs entraînent alors la formation d'un bouchon.

2.2.4. Périodes de déconnexion

La description du fonctionnement du Rio nécessite l'analyse des conditions de son alimentation, c'est-à-dire d'estimer les hauteurs d'eau minimales de la Loire à partir desquelles le Rio est déconnecté par l'amont et par l'aval.

La DREAL Centre dispose d'une station de suivi hydrologique de la Loire située en rive droite du Pont George V d'Orléans (code K4350010). Cette station est distante de 3 900 m environ de la diffluence Loire / Rio et de 1 600 m environ de la confluence Rio / Loire. Les services de la DREAL y recueillent quotidiennement les débits de la Loire et relèvent plusieurs fois par jour les hauteurs d'eau.

Etant donnée la proximité de cette station et la qualité de l'information, il est possible de mettre en relation les conditions d'alimentation du Rio avec les données recueillies à cette station de mesure. On peut ainsi connaître l'état de connexion de la Loire en fonction des hauteurs d'eau relevées par la DREAL. Précisons que ces hauteurs d'eau sont librement consultables sur le site internet « vigicrue »⁵.

■ Calage des cotes de déconnexion

Deux observations nous ont permis de caler les cotes de déconnexion :

- Le 22 octobre 2013, jour des levés topographiques, la cote de la Loire à la station du Pont George V était de -23 cm et la déconnexion du Rio avec la Loire était de l'ordre de 1cm (cote de la Loire aval : 91,530 m ; cote maximale du bouchon : 91,537 m). La cote correspondante de déconnexion au pont George V était donc de -0,22 cm.
- Le 09 juillet 2013, la cote de la Loire était de -31cm et la déconnexion était de l'ordre de 3 à 4 cm. La cote correspondante de déconnexion au pont George V était donc de -0,28 cm à -27 cm.

On peut donc estimer que la **déconnexion par l'amont** se réalise lorsque la cote de la Loire au pont George V est comprise **entre -0,30 cm et -0,20 cm**.

Le 22 octobre 2013, le Rio était connecté par l'aval avec une hauteur d'eau de 39 cm au niveau de l'atterrissement n°1 (cf. graphique page 17). La cote de la Loire au pont George V de la déconnexion aval du Rio est donc celle du 22 octobre 2013 (-0,23 cm), minorée de 39 cm, soit -0,62 cm.

On peut donc estimer que la **déconnexion par l'aval** se réalise lorsque la cote de la Loire au pont George V est comprise **entre -0,67 cm et -0,57 cm**.

⁵ <http://www.vigicrues.gouv.fr> ; site du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie

● Déconnexion interannuelle par l'amont

Les résultats suivants portent sur l'analyse des données de hauteurs d'eau acquises par la DREAL du mois de janvier 2000 au mois de novembre 2013. Pour les calculs, la cote de référence de déconnexion amont est de -0,25 cm et de -0,62 cm pour la déconnexion aval (médiane des intervalles précédents). Précisons que dans le dernier cas, la déconnexion est totale.

Au vu des résultats, la déconnexion par l'amont est relativement fréquente. En moyenne (période 2000-2013), le Rio est déconnecté par l'amont pendant moyenne de 161 jours, soit 44 % de l'année.

La durée des périodes interannuelles est variable, comme le montre le tableau ci-dessous. En 2007, année humide avec un été particulièrement pluvieux, la période de déconnexion par l'amont était de seulement 103 jours (28% de l'année). Au contraire, en 2003, année particulièrement sèche en été comme au printemps et en automne, la période de déconnexion était de 227 jours (62% de l'année). La durée de la période de déconnexion lors d'une année sèche peut être plus de 2 fois plus longue que celle d'une année humide.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Nombre de jours de déconnexion par an	122	125	206	227	139	189	169	103	107	207	124	195	171
Pourcentage de l'année	33%	34%	56%	62%	38%	52%	46%	28%	29%	57%	34%	53%	47%

● Déconnexion annuelle par l'aval

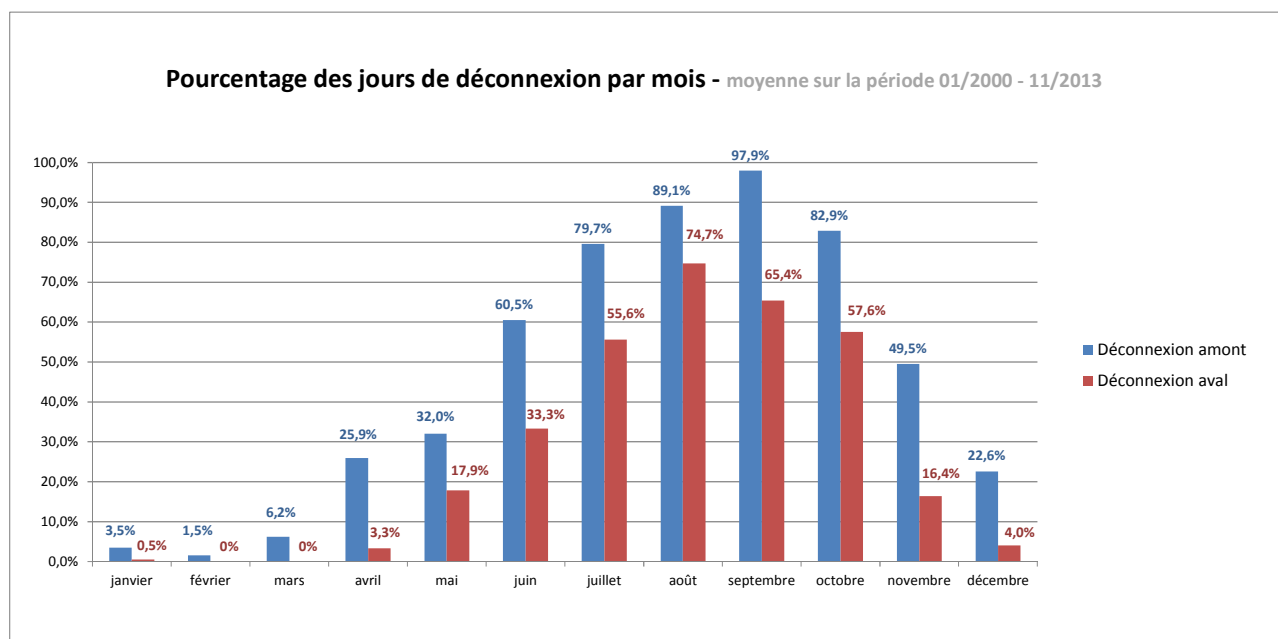
En ce qui concerne la déconnexion aval, les résultats suivent les mêmes tendances mais les périodes de déconnexion sont de fait moindres. La période moyenne sur les 13 dernières années de déconnexion du Rio par l'aval est de 96 jours, soit 26% environ de l'année.

Comme pour l'amont, la durée des périodes interannuelles de déconnexion est variable, comprise 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). Ces résultats montrent la grande variabilité de la durée des périodes de déconnexion.

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

■ Déconnexion moyenne mensuelle

Le graphique suivant présente le pourcentage des jours de déconnexion par mois, par l'amont et par l'aval. Les pourcentages exprimés correspondent ainsi à la proportion de jours d'un mois donné pendant lesquels le Rio est déconnecté.



• Cas de la déconnexion amont

D'après les données recueillies depuis 2000, la déconnexion par l'amont a concerné tous les mois de l'année. Les mois de juillet, août, septembre et octobre sont les mois pendant lesquels la déconnexion est la plus fréquente.

En septembre, la probabilité de déconnexion est maximale, atteignant près de 98%. Autour de cette période, les mois de juin et de novembre sont des mois de transition pendant lesquels la connexion reste faible. Le Rio y est déconnecté respectivement 60 % et 50 % du temps.

A la fin de l'automne, en hiver et au début du printemps, la déconnexion est nettement moins fréquente. Notons que les mois de janvier et de février sont les mois pendant lesquels la déconnexion est statistiquement très rare, comprise entre 1,5 % et 3,5 %.

• Cas de la déconnexion aval

La déconnexion par l'aval est nettement moins fréquente que celle par l'amont. Elle ne concerne pas l'ensemble des mois de l'année et la probabilité de déconnexion pour certains mois est très faible.

D'après cette estimation, la probabilité d'une déconnexion par l'aval pendant les mois de janvier, février, mars, avril et décembre varie de 0% à 4% environ. Elle est en revanche élevée pendant les mois de juillet, août, septembre et octobre. Le mois pendant lequel la déconnexion est la plus fréquente est le mois d'août (75% du mois).

2.3. CONCLUSION

L'étude topographique du Rio montre l'existence de bouchons en amont et en aval et un fort exhaussement de son lit dans les 2/3 amont du linéaire.

En amont et en aval, les transects réalisés au niveau de la diffluence et de la confluence montrent que la connexion avec la Loire est toujours possible. Les dysfonctionnements ne sont pas liés au profil de la Loire mais à celui du Rio.

L'analyse des chroniques de données hydrologiques montre que la déconnexion par l'amont est très fréquente (44% de l'année en moyenne), le Rio étant parfois déconnecté pendant plusieurs mois consécutifs, notamment pendant l'été et au début de l'automne. La reconnexion par l'amont nécessiterait donc des travaux de grande ampleur, portant non seulement sur le bouchon amont mais également sur l'ensemble du linéaire fortement atterri, c'est-à-dire sur environ 1800 m de son linéaire.

En revanche, 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 sur pendant ces 3 mois. Des reconnexions peuvent en effet avoir lieu mais restent souvent de faible ampleur.

L'amélioration de son alimentation en eau par l'aval requiert des travaux moins importants que pour l'amont. L'exhaussement du lit dans le 1/3 aval est nettement moindre et l'amélioration de sa connexion requerrait principalement des travaux de décaissement des atterrissements qui apparaissent sur le profil en long.

3. EXPERTISE HYDROBIOLOGIQUE

3.1. QUALITE DE L'EAU

Les prélèvements d'eau ont été réalisés en 2 points du Rio : le premier en aval immédiat de la diffuence et le second en amont immédiat de la confluence. Le jour du prélèvement, le Rio était connecté à la Loire par l'aval mais déconnecté par l'amont.

Les analyses ont porté sur les éléments Azote (NO_3 , NO_2 , NH_4 et NTK), Magnésium, Calcium et les sulfates.

3.1.1. Mesures physico-chimiques

Celles-ci ont été réalisées avec les prélèvements. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

	Heure et date du prélèvement	Température de l'eau	pH	Conductivité	O ₂ dissous	Saturation en O ₂
Echantillon amont	15H30 22/10/2013	14,9 °C	7,2	407 µS/cm	0,4 mg/L	4,2 %
Echantillon aval	16H00 22/10/2013	15,0 °C	7,5	287 µS/cm	9,6 mg/L	97 %

Le Rio étant connecté par l'aval le jour des prélèvements, l'échantillon aval correspond principalement à l'eau de la Loire et les valeurs mesurées constituent des références.

En amont, le Rio était déconnecté de la Loire depuis plusieurs semaines. Une brève reconnexion aurait eu lieu pendant la journée du 15/09/2013, après une longue période de rupture d'écoulement. Il s'agit d'un prélèvement d'une eau qui a stagné pendant une période relativement longue dans le Rio.

Les valeurs mesurées dans l'échantillon aval n'indiquent aucune perturbation particulière.

En amont, on note quelques différences par rapport à l'aval. Si la température de l'eau et le pH varient de manière non significative, la conductivité augmente fortement et le dioxygène dissous se raréfie. L'augmentation de la conductivité est importante mais la valeur mesurée dans l'échantillon amont reste normale, compte-tenu des caractéristiques géochimiques du bassin versant. Cette augmentation est certainement le résultat de la concentration des éléments chimiques dans cette eau stagnante. Des processus chimiques ou biologiques peuvent également concourir à son enrichissement.

De plus, la concentration en O₂ est extrêmement faible, probablement à la stagnation de cette eau ainsi qu'à une éventuelle consommation biologique (dégradation de la matière organique).

3.1.2. Analyses chimiques

	Sulfate (SO_4^{2-}) mg/L	Calcium (Ca^{2+}) mg/L	Magnésium (Mg^{2+}) mg/L	Azote Kjeldahl mg/L	Ammonium (NH_4^+) mg/L	Nitrites (NO_2^-) mg/L	Nitrates (NO_3^{2-}) mg/L
Echantillon amont	10	52,6	7,0	1,3	0,131	0,204	2
Echantillon aval	15	31,4	5,5	< 1,0	0,035	< 0,050	7

Les teneurs des différents éléments mesurées dans les échantillons d'eau amont et aval présentent toutes des valeurs normales, compte-tenu des caractéristiques géochimiques du bassin versant. Elles ne montrent par conséquent aucune anomalie.

Si les teneurs sont globalement supérieures en amont, à l'exception du sulfate dont la teneur est inférieure, elles restent dans des gammes de valeurs normales. Cette augmentation est probablement liée à la stagnation de l'eau.

3.2. INVENTAIRE DES DIATOMÉES

3.2.1. Prélèvement des diatomées

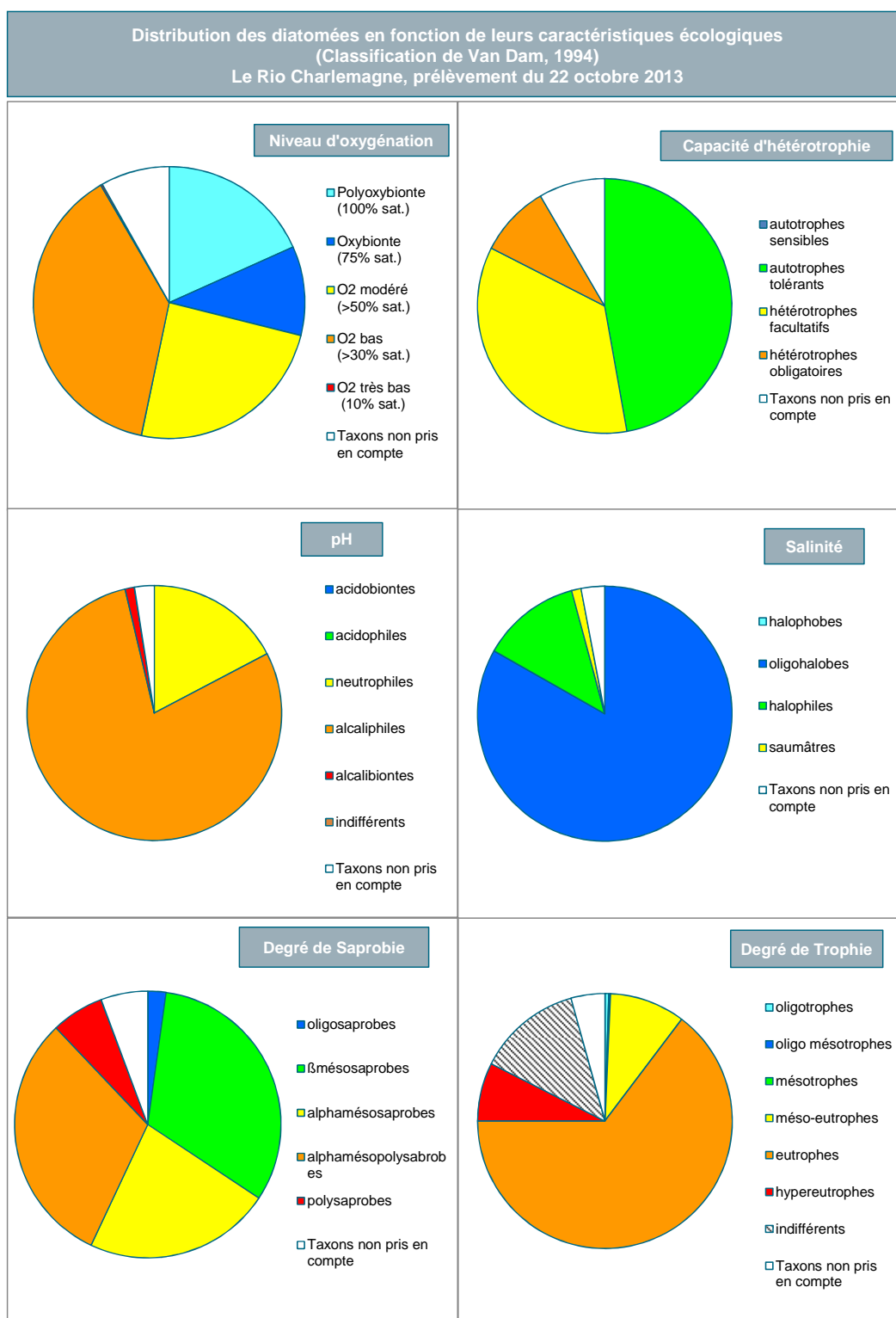
Les diatomées, microalgues unicellulaires, ont été prélevées en aval immédiat de la diffluence sur des pierres. Celles-ci constituent des supports naturels durs et stables. Le calcul de l'IBD (Indice Biologique Diatomées, norme NF T 90-354 de décembre 2007) et de l'IPS (Indice de Polluosensibilité Spécifique) est basé sur des espèces considérées comme d'excellents bioindicateurs, apportant une information sur la qualité de l'eau. La classification écologique de Van Dam *et al.* (1994) permet d'affiner l'interprétation au regard de la teneur en matière organique, en azote, en phosphore, de la minéralisation, de l'oxygénation et du pH.



Pierres prélevées pour l'échantillonnage des diatomées

3.2.2. Peuplement algal

Le nombre de taxons composant le cortège de diatomées observées est très correct ($N = 44$) ; la diversité est bonne ($H' = 4,37$) ce qui témoigne d'un peuplement relativement équilibré et de la stabilité des conditions environnementales. Notons toutefois un développement relativement important d'*Eolimna minima* (24 %), espèce se développant de préférence dans des cours d'eau peu oxygénés et chargés en matières organiques et minérales.



Les caractéristiques écologiques des espèces rencontrées, selon la classification de Van Dam, nous indiquent que :

- l'oxygénation de l'eau est assez réduite, les espèces peu exigeantes vis-à-vis de ce paramètre se développant en abondance (60 %) ;
- le peuplement est dominé par des espèces alcaliphiles (80 % du peuplement) ;
- les eaux semblent très peu minéralisées ;
- les concentrations élevées en azote organique semblent assez fréquentes car les espèces hétérotrophes représentent près de 50 % du peuplement ;
- le pourcentage important (près de 60 %) d'espèces α -mésosaprobies à polysaprobies, caractéristiques de milieux chargés en matières organiques, semble indiquer un important niveau de saprobie ;
- le niveau d'eutrophisation est également élevé (environ 70 % d'espèces eutrophes voir hypereutrophes).

Les résultats des indices **IPS et IBD**, respectivement **10,2 et 12,2/20**, mettent en évidence une **qualité de l'eau moyenne**, soumise notamment à une forte charge en matières organiques et minérales.

Cours d'eau : Rio Charlemagne Commune : ORLEANS						
Date prélèvement : 22 octobre 2013						
Liste floristique diatomées						
Nombre	‰	Abrév.	ou		Désignation	
96	237.04	EOM	SEVN	*	<i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot	
27	66.67	DPST	-	*	<i>Discostella pseudostelligera</i> (Hustedt) Houk et Klee	
26	64.20	NPAL	-	*	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	
25	61.73	DCOT	-	*	<i>Diadsmis contenta</i> (Grunow ex V. Heurck) Mann	
24	59.26	APED	-	*	<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	
24	59.26	NINC	-	*	<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	
23	56.79	SSVE	-	*	<i>Staurosira venter</i> (Ehr.) Cleve & Mbeller	
16	39.51	CPLI	-	*	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>lineata</i> (Ehr.)Van Heurck	
13	32.10	ADIM	-	*	<i>Achnanthidium minutissimum</i> (Kützing) Czamecki	
12	29.63	NGRE	-	*	<i>Navicula gregaria</i> Donkin	
10	24.69	NCTE	-	*	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	
9	22.22	SCBI	-	*	<i>Staurosira construens</i> (Ehr.) var. <i>binodis</i> (Ehr.) Hamilton	
9	22.22	MAR	-	*	<i>Melosira varians</i> Agardh	
8	19.75	ESBM	-	*	<i>Eolimna subminuscula</i> (Manguin) Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	
6	14.81	CEUG	-	*	<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenberg	
6	14.81	NVEN	-	*	<i>Navicula veneta</i> Kützing	
6	14.81	NAMP	-	*	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunowf. <i>amphibia</i>	
6	14.81	CATO	-	*	<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt	
5	12.35	ADLA	-	*	<i>Achnanthidium latecephalum</i> Kobayasi	
5	12.35	NAGN	-	*	<i>Nitzschia agnita</i> Hustedt	
5	12.35	NGER	-	*	<i>Navicula germainii</i> Wallace	
5	12.35	MPM	-	*	<i>Mayamaea permitis</i> (Hustedt) Bruder & Medlin	
4	9.88	PLFR	-	*	<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot)Lange-Bertalot	
3	7.41	NVRO	NROS	*	<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Ehr. var. <i>rostellata</i> (Kütz.) Cleve	
3	7.41	NANT	-	*	<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	
3	7.41	MAAT	-	*	<i>Mayamaea atomus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	
2	4.94	GPRI	-	*	<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	
2	4.94	NCRY	-	*	<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	
2	4.94	DVUL	-	*	<i>Diatoma vulgaris</i> Bory	
2	4.94	AMMO	-	*	<i>Amphora montana</i> Krasske	
2	4.94	GOLI	-	*	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Homemann) Brébisson var. <i>olivaceum</i>	
2	4.94	PTLA	-	*	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brebisson ex Kützing) Lange-Bertalot	
2	4.94	AINA	-	*	<i>Amphora inariensis</i> Krammer	
2	4.94	SPUP	-	*	<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky	
1	2.47	AFOR	-	*	<i>Asterionella formosa</i> Hassall	
1	2.47	NDVI	-	*	<i>Naviculadicta vitabunda</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	
1	2.47	NDIS	-	*	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing)Grunow var. <i>dissipata</i>	
1	2.47	NLAN	-	*	<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg	
1	2.47	CMLF	-	*	<i>Craticula molestiformis</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	
1	2.47	SIDE	-	*	<i>Simonsenia delognei</i> Lange-Bertalot	
1	2.47	NFON	-	*	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve et Möller	
1	2.47	SHTF	-	*	<i>Stephanodiscus hantzschii fo.tenuis</i> (Hustedt)Hakansson et Stoermer	
1	2.47	GYOB	-	*	<i>Gyrosigma obtusatum</i> (Sullivan & Wormley) Boyer	
1	2.47	CMEN	-	*	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	
* : espèce retenue pour le calcul de l'IBD						
Nombre d'individus comptés	Variété taxonomique	Nombre espèces retenues pour IBD	Diversité	Equitabilité	Note IPS sur 20	Note IBD sur 20 (version 2007)
405	44	44	4,37	0,8	10,2	12,2
IBD version 2007 : calculé avec OMNIDIA 5.3 base du 20 avril 2009 : norme NF T 90-354 décembre 2007						

3.3. EXPERTISE DE LA FAUNE PISCICOLE

3.3.1. Modalités de pêche

La prospection piscicole a concerné l'ensemble du linéaire du Rio. La méthode de pêche utilisée s'apparente à un échantillonnage par ambiances. Cette technique permet de prospecter un grand nombre d'habitats différents.

Chaque point de pêche correspond à une prospection d'un rayon d'action de 0,5 m de diamètre avec l'anode pendant une durée de 15 et 30 secondes. Cela permet d'échantillonner environ 12,5 m². Au total, 125 points ont été échantillonnés sur les 2,6 km du Rio.

La biométrie (identification et mesure à la fourche de chaque poisson inventorié) a été réalisée au fur et à mesure de l'avancée de la prospection.



Chantier de pêche



Chantier de biométrie

3.3.2. Espèces recensées

Sur les 125 points échantillonnés, 85 points ont permis de capturer des poissons. 70% des zones pêchées accueilleraient donc du poisson. Une majorité des points correspondait à des habitats accueillant une végétation aquatique bien développée.

La liste des espèces recensées, leurs exigences écologiques et biologiques figurent dans le tableau en page suivante.

Liste des espèces recensées et leurs principaux traits biologiques

Nom vernaculaire	Nom latin	Famille	Mode de nutrition	Mode de reproduction	Précisions
Ablette	<i>Alburnus alburnus</i>	Cyprinidae	Omnivore	Phytophile	Poisson-proie pélagique
Bouvière	<i>Rhodeus sericeus</i>	Cyprinidae	Herbivore	Ostracophile	Symbiose avec le bivalve Unionidé
Brème bordelière	<i>Blicca bjorkna</i>	Cyprinidae	Omnivore	Phytophile	Poisson-proie
Brème commune	<i>Abramis brama</i>	Cyprinidae	Omnivore	Phyto-lithophile	Poisson-proie benthique
Brochet	<i>Esox lucius</i>	Esocidae	Super-prédateur	Phyto-lithophile	Carnassier
Carassin	<i>Carassius sp.</i>	Cyprinidae	Omnivore	Phytophile	Benthique
Carpe commune	<i>Cyprinus carpio</i>	Cyprinidae	Omnivore	Phyto-lithophile	Benthique
Chevaine	<i>Squalius cephalus</i>	Cyprinidae	Omnivore	Lithophile	Pélagique rhéophile
Hybride de cyprinidae non déterminé		Cyprinidae			
Gardon	<i>Rutilus rutilus</i>	Cyprinidae	Omnivore	Lithophile	Poisson-proie benthique
Goujon	<i>Gobio gobio</i>	Cyprinidae	Invertivore	Lithophile	Poisson-proie benthique
Loche franche	<i>Barbatula barbatula</i>	Balitoridae	Invertivore	Lithophile	Benthique rhéophile
Loche de rivière	<i>Cobitis taenia</i>	Cobitidae	Invertivore	Lithophile	Benthique rhéophile
Lamproie marine	<i>Petromyzon marinus</i>	Petromyzontidae	Omnivore / Parasite	Lithophile	Benthique
Lamproie de Planer	<i>Lampetra planeri</i>	Petromyzontidae	Omnivore	Lithophile	Benthique
Lamproie indéterminée (ammocète, L. de Planer ou L. fluviale)	<i>Lampetra sp</i>	Petromyzontidae	Omnivore		Benthique
Ecrevisse américaine	<i>Orconectes limosus</i>	Cambaridae	Omnivore et nécrophage		Espèce invasive
Poisson chat	<i>Ictalurus melas</i>	Ictaluridae	Invertivore et nécrophage	Lithophile	Benthique
Perche fluviatile	<i>Perca fluviatilis</i>	Percidae	Prédateur	Phyto-lithophile	Carnassier
Perche-soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	Centrarchidae	Invertivore	Lithophile	Espèce nuisible
Pseudorasbora	<i>Pseudorasbora parva</i>	Cyprinidae	Omnivore	Lithophile	Espèce introduite
Rotengle	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Cyprinidae	Omnivore	Phyto-lithophile	Poisson-proie pélagique
Silure	<i>Silurus glanis</i>	Siluridae	Prédateur et nécrophage	Phytophile (racines)	Carnassier opportuniste
Vandoise commune	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Cyprinidae	Omnivore	Lithophile	Pélagique rhéophile

3.3.3. Analyse des peuplements

Les effectifs, les tailles minimales et les tailles maximales des 22 espèces pêchées sont présentés dans le tableau suivant :

Espèces	Effectif	Pourcentage de l'effectif	Taille minimale (mm)	Taille maximale (mm)
Goujon	283	25%	20	132
Chevaine	223	20%	25	292
Ablette	218	19%	19	130
Bouvière	173	15%	22	87
Gardon	43	4%	23	223
Perche	43	4%	77	257
Perche soleil	39	3%	21	135
Pseudorasbora	27	2%	17	62
Carassin	13	1%	52	390
Poisson chat	11	1%	38	220
Brème commune	9	< 1%	33	185
Carpe commune	9	< 1%	43	81
Loche de rivière	9	< 1%	79	116
Brochet	6	< 1%	280	439
Brème bordelière	4	< 1%	29	43
Ecrevisse américaine	4	< 1%	80	108
Vandoise	4	< 1%	42	178
Hybride de cyprinidae indéterminé	3	< 1%	18	40
Lamproie indéterminée (ammocète)	3	< 1%	120	154
Lamproie marine	3	< 1%	149	180
Loche franche	2	< 1%	43	66
Lamproie de Planer	1	< 1%	136	136
Rotengle	1	< 1%	159	159
Silure	1	< 1%	124	124
TOTAL	1132			

Le peuplement est nettement dominé par les cyprinidés, en particulier, le goujon, le chevaine, l'ablette et la bouvière. Ces 4 espèces représentent à elles seules 79 % environ de l'effectif total.

Les « prédateurs » que sont le brochet, la perche et le silure représentent seulement 4 % des captures. La perche est le poisson prédateur le plus représenté.

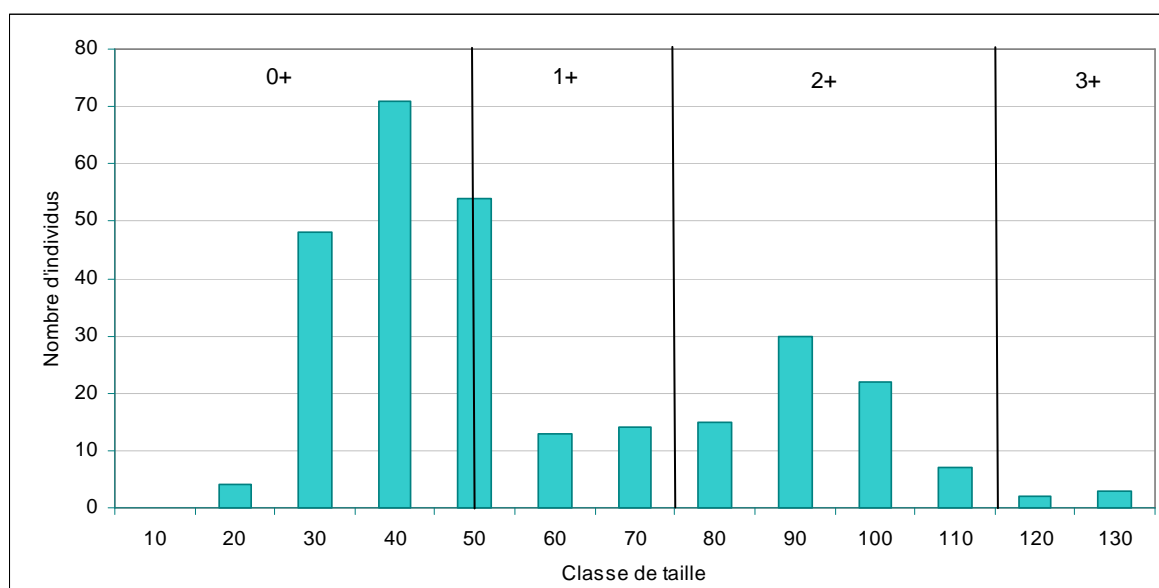
Ces 22 espèces sont pour la plupart communes et caractéristiques du cortège pisciaire ligérien.

● Structure du peuplement

Afin de connaître et de caractériser le rôle du Rio dans le cycle biologique des espèces recensées, il est utile de s'intéresser à la structure des populations, au regard de la répartition des classes d'âge. Nous avons représenté les classes de taille des 4 espèces les plus représentées dans le Rio, à savoir le goujon, le chevaîne, l'ablette et la bouvière.

Les classes de taille ont la signification suivante. Par exemple, la classe 10 correspond à un intervalle de taille entre 5 et 14 mm, la classe 20 entre 15 et 24 mm, etc.

• Le goujon



Classes de taille du goujon dans le Rio

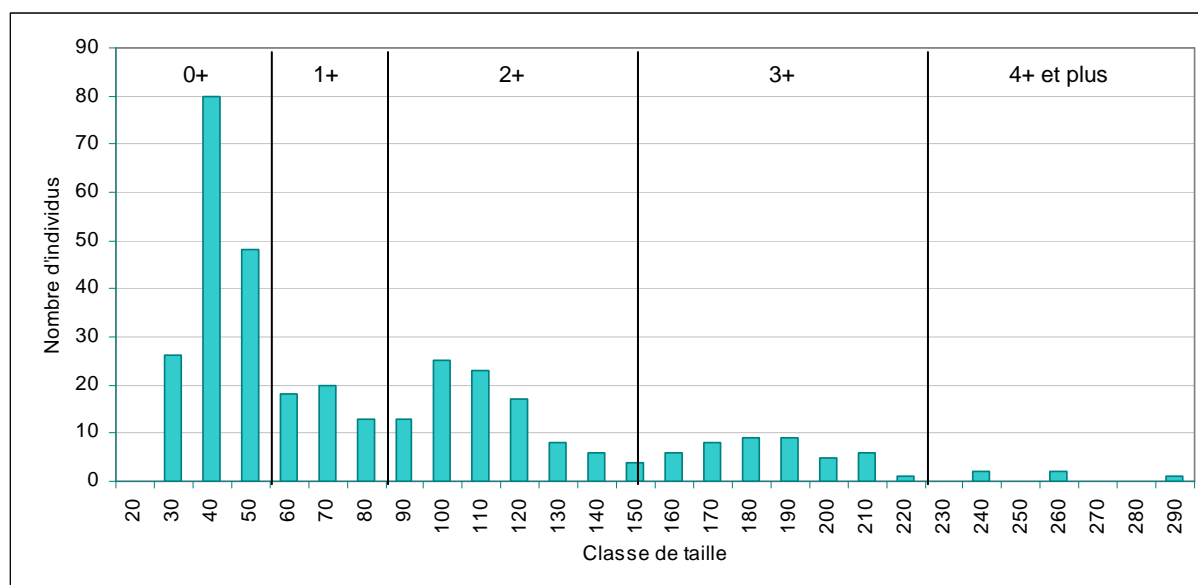
De nombreux goujons issus de la reproduction de cette année (0+) ont été capturés. Ces juvéniles étaient présents en bancs de grande densité dans des zones d'une profondeur moyenne de 20 à 60 cm où la végétation était abondante (Jussie principalement). Comme pour les chevaines, la classe d'âge des individus issus de la reproduction de 2012 (1+) est peu représentée. En revanche, des individus plus âgés et sexuellement matures sont présents dans le Rio (2+ et 3+).

Il semble ainsi que le Rio est propice à la reproduction du goujon et à son grossissement.



Goujon

- **Le chevaine**



Classes de taille du chevaine dans le Rio

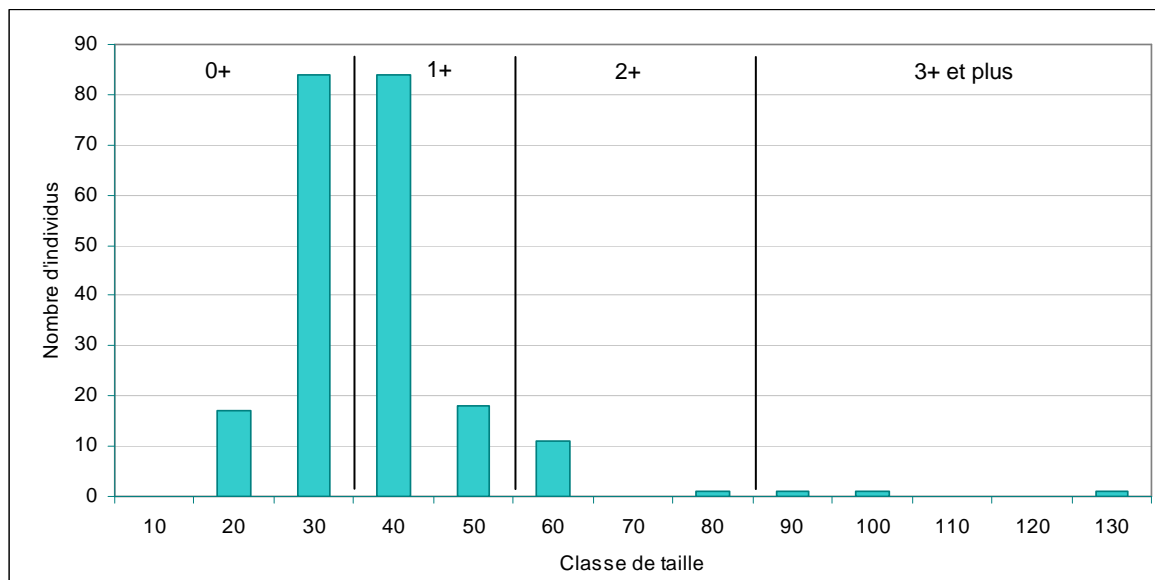
Les individus issus de la reproduction de cette année (0+) sont les plus nombreux. Les individus issus de la reproduction de 2012 (1+) sont moins nombreux que les individus de la reproduction de 2011 (2+). Quelques individus plus âgés ont été capturés.

Le Rio constitue à la fois une zone de reproduction pour le chevaine et une zone de grossissement pour les juvéniles (3+ et 4+). En revanche, bien que certaines zones puissent être favorables aux individus les plus âgés, peu d'entre eux ont été recensés. Il semble que ceux-ci gagnent la Loire, phénomène normal, le chevaine étant une espèce affectionnant le courant.



Chevaine

- **L'ablette**



Classes de taille de l'ablette dans le Rio

La plus grande proportion d'ablettes présentes dans le Rio mesure entre 25 et 45 mm, probablement des ablettes issues de la reproduction de l'année 2013 (0+, aux alentours de 30 mm et moins) et des ablettes issues de la reproduction de 2012 (1+, entre 40 et 50 mm). Quelques ablettes plus âgées sont également présentes (2 ans et plus).

Le Rio permet la reproduction le grossissement de l'ablette, bien qu'un faible nombre d'individus plus âgés a été capturé. Cette absence peut avoir plusieurs explications, conjuguées ou non. Il se peut que les individus quittent le Rio. Il est également possible que les périodes de basses eaux, voire d'assec, aient provoqué leur destruction. Une forte prédation peut également être à l'origine de ce déséquilibre.



Ablette

- **La bouvière**

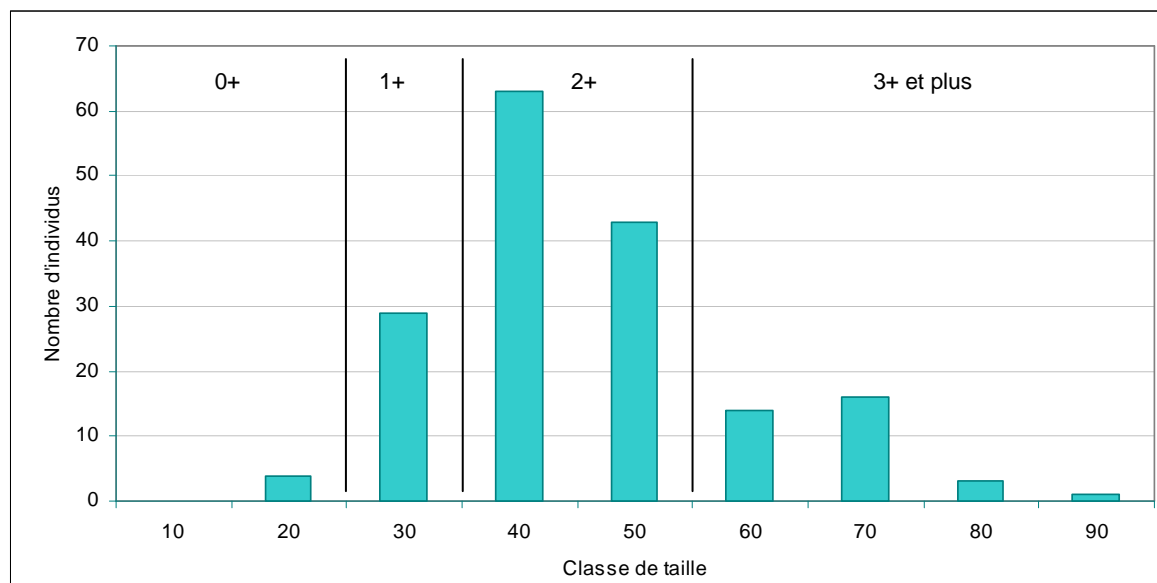


Figure 1 : Classes de taille de la bouvière dans le Rio

Ce graphique montre que la majorité des individus capturés sont âgés de 1 ou 2 ans. Les individus issus de la reproduction de l'année (0+) sont peu nombreux. Les œufs de la bouvière se développent exclusivement sur les branchies de mollusques bivalves (unio et anodonte). Or, il est très peu probable que ces mollusques résistent aux périodes de basses eaux, voire d'assec dans le Rio. Cela peut expliquer la très faible proportion de jeunes individus.

Pour la bouvière, il semble donc que le Rio constitue une zone favorable pour le grossissement des juvéniles mais ne permet probablement pas la reproduction de cette espèce, notamment en raison de l'absence de bivalves unionidés dans le Rio.

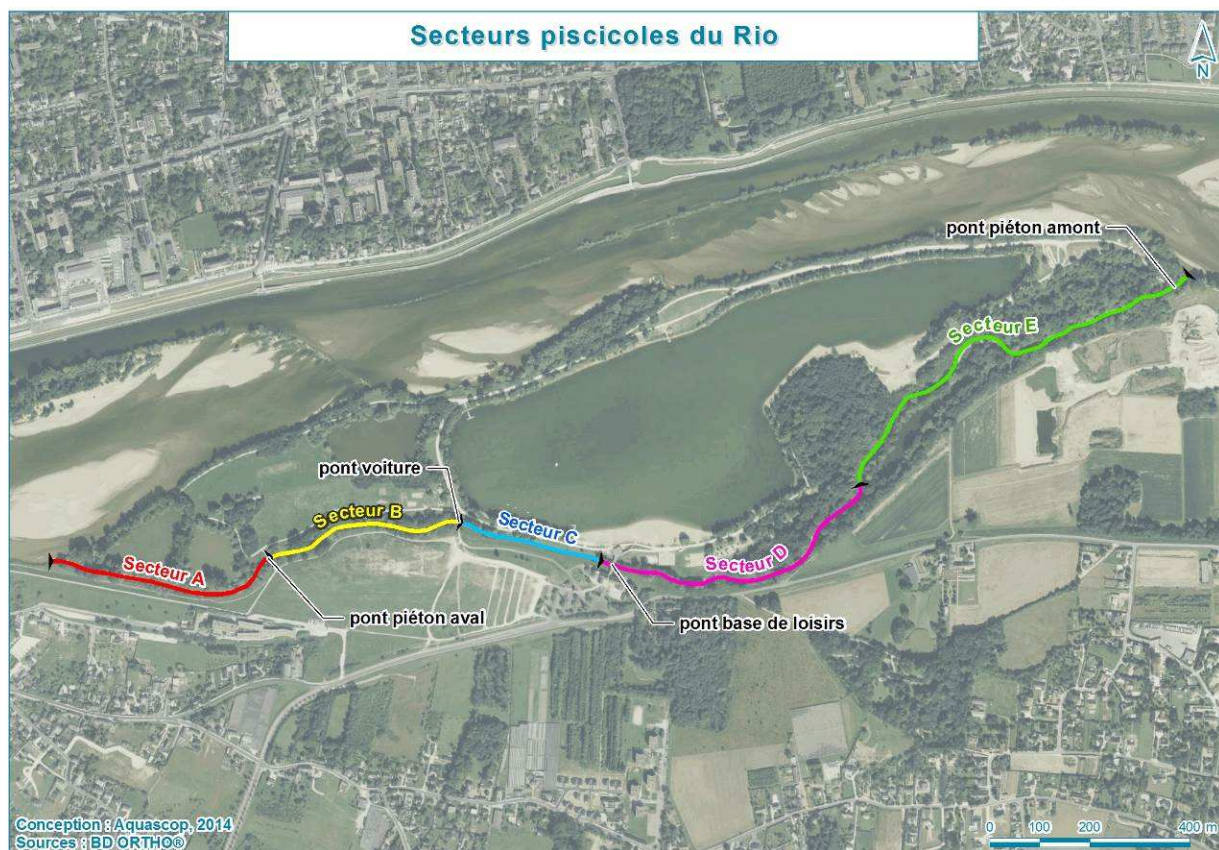


Bouvière

3.3.4. Zonation piscicole

Outre la structure des différents peuplements, l'inventaire piscicole a permis de mettre en évidence une hétérogénéité spatiale de la répartition des différentes espèces. Cette répartition est présentée ci-après.

Les différents secteurs piscicoles identifiés figurent sur la carte suivante :



- Secteur A

26 points de pêche ont été réalisés entre la confluence et la première passerelle, pour les vélos (secteur A). Au droit de cette passerelle, une zone d'une profondeur assez faible forme une limite difficilement franchissable pour la plupart des espèces de poisson en période de basses eaux. Ce secteur du Rio est connecté à la Loire lorsque celle-ci est suffisamment haute. Des espèces de poissons peuvent donc accéder au Rio par l'aval et y trouver refuge. Dans ce secteur connecté à la Loire, 15 espèces ont été recensées dont 2 espèces ici : la vandoise commune et la brème bordelière. La vandoise étant une espèce rhéophile, on comprend que cette espèce soit uniquement présente dans les secteurs connectés à la Loire.

- Secteurs B et C

Le secteur entre la passerelle vélo et la passerelle du club de canoë peut être subdivisé en deux secteurs : un premier secteur s'étendant de la passerelle vélo à la passerelle voitures, appelé secteur B et un second secteur situé entre la passerelle voiture et la passerelle de la base de loisirs, appelé secteur C.

- 14 espèces ont été recensées dans les 700 m de ces deux secteurs (33 points de pêche), dont 2 espèces de lamproies (lamproie marine et ammocète du genre *Lempestra sp.*). Un peu moins de 20 % des effectifs totaux du Rio y ont été pêchés.
- Le secteur B présente une morphologie similaire à celle du secteur A. Cependant, le nombre de poissons pêchés y est nettement inférieur. Ce secteur est moins fréquemment connecté à la Loire, ce qui peut expliquer cette différence de peuplement (isolement des populations en période de basses eaux).
- Le secteur C possède des caractéristiques bien particulières. La largeur en eau est très faible comparativement à la largeur du lit mineur. En effet, un bouchon sableux est présent à cet endroit. De plus, la colonisation par la Jussie à grande fleur est particulièrement importante, avec un recouvrement de la surface en eau proche de 100 % par endroits. La diversité et les effectifs sont faibles. Il s'agit presque exclusivement de juvéniles.

Située entre la passerelle de la base de la base de loisirs et la diffluence est divisée en deux secteurs distincts : le secteur D, situé entre la passerelle de la base de loisirs et le début de la zone où les zones en eau sont discontinues, et le secteur E, s'étendant jusqu'à la diffluence.

- Secteur D

Il accueille la plus grande diversité d'espèces. Moyennement profond, il présente une mosaïque diversifiée d'habitats sur environ 350 m de long. Dans les concavités des méandres, les profondeurs sont un peu plus importantes et du côté de la digue, au sud, quelques blocs en berge pouvant constituer des abris piscicoles. Bien que ce secteur soit très peu connecté à la Loire en période d'étiage, les profondeurs sont suffisamment importantes pour que l'eau reste accueillante pour les poissons malgré son faible renouvellement.

- Secteur E

A l'époque des prospections (octobre 2014), il est constitué de zones en eau non connectées entre elles, et souvent peu profondes. L'eau y stagne et l'ombrage est important. Le taux d'oxygène y est très faible et la végétation est quasiment inexistante. Ces fortes contraintes expliquent la faiblesse de la diversité spécifique et des effectifs.

■ Synthèse

Deux secteurs se distinguent par leur richesse en poissons : le secteur A et le secteur D.

Le secteur A est le plus souvent connecté à la Loire. Le peuplement piscicole qu'il accueille est étroitement lié à celui de la Loire.

Le secteur D, bien que peu connecté à la Loire (la connexion se limite aux périodes de mise en eau de l'ensemble du Rio), est suffisamment étendu et profond pour permettre le maintien d'un peuplement piscicole riche et diversifié.

3.3.5. Données complémentaires

Le 16 juillet 2013, le Laboratoire d'Ecologie Fonctionnelle et Environnement (EcoLab) a réalisé un inventaire piscicole par Echantillonnage Ponctuel d'Abondance (EPA). 30 points de pêche ont été réalisés de façon aléatoire dans le Rio, en aval de la passerelle pour les voitures. Précisons qu'à cette date, le Rio est déconnecté de la Loire par l'amont et la connexion par l'aval est très limitée (cote au pont Georges V : -57 cm). Il était en revanche connecté par l'aval durant le mois de juillet et connecté par l'amont jusqu'au 28 juin, après une longue période de hautes eaux (source : données hydrologiques de la DREAL).

La carte suivante en précise la localisation.



Le tableau suivant présente les espèces recensées au cours de cette pêche.

Nom vernaculaire	Nom latin	Effectif
Barbeau fluviatile	<i>Barbus barbus</i>	28
Bouvière	<i>Rhodeus sericeus</i>	2
Carpe commune	<i>Cyprinus carpio</i>	2
Chabot	<i>Cottus gobio</i>	2
Chevaine	<i>Squalius cephalus</i>	98
Gardon	<i>Rutilus rutilus</i>	15
Goujon	<i>Gobio gobio</i>	1
Grémille	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	1
Loche de rivière	<i>Cobitis taenia</i>	1
Perche	<i>Perca fluviatilis</i>	25
Perche-soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	1
Tanche	<i>Tinca tinca</i>	1
Vandoise commune	<i>Leuciscus leuciscus</i>	1
Nbre total d'espèces	13	

En vert : espèces non recensées au cours des pêches réalisées par Aquascop les 21 et 22 octobre 2013

Les espèces les plus abondantes étaient le chevaine, le barbeau fluviatile, la perche et le gardon.

Réalisé sur une partie restreinte du Rio, cet inventaire de juillet n'a pas permis de recenser autant d'espèces que celui d'octobre 2013. Il apporte néanmoins une information supplémentaire sur la diversité spécifique. 4 espèces ont été recensées uniquement à cette période : le barbeau, le chabot, la grémille et la tanche.

Le barbeau est bien représenté en juillet (28 individus sur un total de 178) puis absent en octobre. Le barbeau étant une espèce rhéophile, il a probablement rejoint la Loire au cours de l'été.

Seul un ou 2 individus des 3 autres espèces ont été pêchés en juillet. Au vu des effectifs, leur absence à l'issue des inventaires d'octobre n'est pas surprenante et tend même à confirmer leur rareté dans le Rio.

En cumulant les résultats des 2 opérations de pêches, la richesse spécifique du Rio est de 26 espèces. En termes d'espèces, on constate que la plupart des espèces de Loire sont présentes.

3.3.6. Espèces patrimoniales

Parmi les 22 espèces rencontrées dans le Rio, 6 ont un statut de patrimonialité ou de protection.

Tableau 1 : Espèces patrimoniales

Espèces	Nom latin	Niveau national	Textes nationaux	Textes internationaux
		Liste rouge	Arrêté du 08/12/1988 *6	Directive "Habitat"
Bouvière	<i>Rhodeus sericeus</i>		X	Annexe II
Brochet	<i>Esox lucius</i>	Vulnérable	X	
Lamproie marine	<i>Petromyzon marinus</i>	Quasi menacé	X	Annexe II
Lamproie de Planer	<i>Lampetra planeri</i>		X	Annexe II
Loche de rivière	<i>Cobitis taenia</i>	Vulnérable	X	Annexe II
Vandoise commune	<i>Leuciscus leuciscus</i>		X	



Bouvière



Brochet



Lamproie marine

⁶ L'arrêté du 8 décembre 1988 précise l'interdiction totale d'enlèvement ou de destruction des œufs ainsi que la destruction, l'altération ou la dégradation des milieux particuliers, et notamment des lieux de reproductions.



Lamproie de Planer



Loche de rivière



Vandoise commune

L'inventaire piscicole réalisé par EcoLab a permis de recenser une espèce patrimoniale supplémentaire : le chabot, figurant à l'annexe II de la directive « Habitats ».

3.3.7. Espèces exotiques

3 espèces pêchées dans le Rio figurent dans la liste des espèces de poissons, de grenouilles et de crustacés « susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques » (Article R432-5 du Code de l'Environnement):

- l'écrevisse américaine (*Orconectes limosus*) ;
- le poisson-chat (*Ictalurus melas*) ;
- la perche soleil (*Lepomis gibbosus*).

Conformément à la réglementation, les individus capturés ont été détruits.



Ecrevisse américaine



Poisson chat



Perche soleil

3.3.8. Conclusion

Au vu des résultats des inventaires piscicoles, le Rio accueille une faune piscicole riche. 6 espèces patrimoniales ont été recensées et la richesse spécifique est relativement élevée.

Cette richesse traduit la qualité et la diversité des habitats piscicoles présents tels que des herbiers aquatiques, des secteurs sableux, des trous d'eau et des encombres.

En outre, la faible profondeur du Rio et la quiétude du site et la forte densité de poissons, tout particulièrement de juvéniles, dans une grande partie de son linéaire en font un site très attractif pour les prédateurs piscivore terrestres et semi-aquatiques comme la Loutre d'Europe, les Ardéidés (Hérons, Aigrettes, ...) et le Martin-pêcheur d'Europe.

4. CONCLUSION GENERALE

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

L'analyse des périodes de connexion du Rio par l'amont et par l'aval confirme l'influence des bouchons, particulièrement celui 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).

Les potentialités piscicoles sont donc avérées et des aménagements du Rio en leur faveur sont réalisables, notamment l'amélioration de la connectivité par l'aval et la reconnexion efficace de ce secteur avec une des ballastières.

Au cours de l'été 2014, l'expertise écologique terrestre fournira les derniers éléments du diagnostic de la zone. Un bilan écologique complet sera alors disponible et les objectifs d'aménagement pourront être définis, non seulement en fonction des enjeux mis en évidence par ce diagnostic écologique mais également au regard des usages et des vocations du site.

Le Rio, véritable réservoir de biodiversité aux portes de la ville, constitue un milieu naturel singulier à l'échelle de l'agglomération orléanaise. Zone de reproduction, d'alimentation et de quiétude, ses fonctions écologiques sont nombreuses. Le déficit d'alimentation en eau et le comblement du Rio menacent toutefois à plus ou moins long terme ces potentialités écologiques. La préservation de ce réservoir de biodiversité, voire son amélioration, justifient sa nécessaire restauration hydraulique.