

2.5.2. Phase d'abaissement temporaire de la ligne d'eau

2.5.2.1. Observations générales

Une phase d'abaissement de la ligne d'eau du plan d'eau d'Empince a été réalisée du 4 au 8 juillet 2016. Celle-ci a permis d'observer la réaction du cours d'eau et l'impact général dans la zone d'influence. Ci-après, une nouvelle planche photographique de la zone de remous en condition abaissée dans le sens aval-amont.



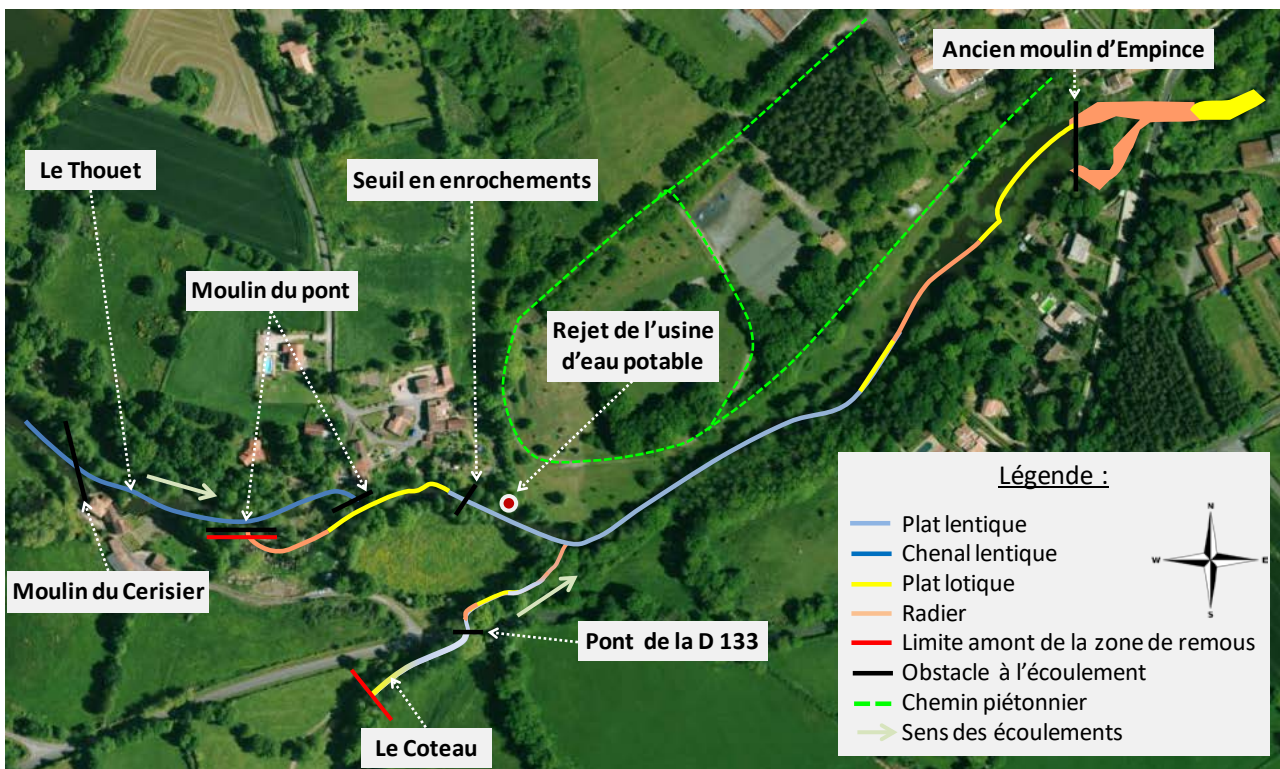
Suite à l'abaissement de la ligne d'eau (environ 1,2 m), un chenal unique s'est formé dans l'ancienne retenue. Depuis les ouvrages d'Empince et dans le sens de progression aval-amont, nous identifions 3 secteurs distincts :

- un secteur dit aval immédiat caractérisé par une relative alternance de faciès et de substrats ;
- un secteur dit aval proche, correspondant à la partie médiane de la zone de remous où conflue le ruisseau du Coteau. Cette zone homogène est caractérisée par un faciès lentique et des substrats colmatés ;
- un secteur dit aval éloigné, qui correspond à l'amont de la zone de remous, au pied des ouvrages du moulin du pont où des faciès courants refont leur apparition.

Nous détaillons ci-dessous les caractéristiques du secteur aval immédiat, zone ayant évolué de manière la plus significative. Depuis le vannage, ce secteur présente de l'aval vers l'amont :

- Un chenal quasi-rectiligne de 3 à 4 m de large s'écoulant tout d'abord plutôt en rive gauche sur un substrat fin (sables et limons) avec un faciès de type plat courant.
- A environ 100 m du vannage, le cours d'eau commence à sinuer avec une largeur qui évolue entre 3 et 6 m. Les radiers apparaissent avec une augmentation des vitesses d'écoulement et une faible profondeur (15 à 20 cm). Le substrat se diversifie avec la présence de cailloux tandis que le colmatage devient moins fort.
- A partir de 160 m du vannage, le cours d'eau s'oriente vers la rive droite et s'élargit progressivement, passant de 3-4 m à 7-8m puis à plus de 10 m à partir de 240 m d'éloignement. Le faciès d'écoulement passe progressivement du radier au plat courant puis au plat lent.
- Au-delà de 250 m du vannage, le secteur dit aval débute avec un profil hydromorphologique très homogène. Le ruisseau du Coteau conflue dans cette zone où un seuil en enrochements (hauteur de chute de 20 à 30 cm) est visible suite à l'abaissement, quasiment en limite du secteur amont de la zone de remous.

Figure 9 – Caractéristiques des écoulements du Thouet en amont d'Empince– Situation vannes levées (08 / 07 / 2016)



Sur les 635 m de la zone de remous initiale du Thouet, le gain en faciès courants est estimé à environ 350 m, ce qui représente 55 % de la zone d'influence d'Empince. Comme nous le verrons par la suite, le gain est également fort sur le ruisseau du Coteau.

Par ailleurs, la reconnaissance de terrain a permis de mettre en évidence un impact possible d'un abaissement notable de la ligne d'eau sur l'alimentation hydrique de la ripisylve, en particulier à l'aval immédiat de la zone de remous, soit sur un linéaire d'environ 250 m. Dans ce secteur, le réseau racinaire de nombreux arbres est hors d'eau. Les individus les plus âgés, atteints par une maladie et / ou en cours de déchaussement seraient probablement les premiers concernés par un dépérissement. Le risque diminue en remontant la zone de remous, les réseaux racinaires se trouvant de moins en moins déconnectés de la ligne d'eau.

Il faut néanmoins préciser que dans le cas d'un abaissement durable de la ligne d'eau, une nouvelle ripisylve viendrait à coloniser naturellement et progressivement les rives du nouveau lit avec le développement de strates herbacées puis arbustives. Des plantations d'arbres pourraient aussi être préconisées.

2.5.2.2. Le ruisseau du Coteau

L'aval du ruisseau du Coteau est sous influence des ouvrages d'Empince. Il conflue avec le Thouet à environ 440 m de l'ancien moulin. Cette influence remonte au-dessus du pont de la route D133.



Aval du pont de la D133 sous influence des ouvrages d'Empince à gauche (20/07/2016)
et lors de la phase d'abaissement de la ligne d'eau (08/07/2016) à droite

La phase d'abaissement de la ligne d'eau du Thouet à Empince a permis à l'aval du ruisseau du Coteau de retrouver des caractéristiques hydromorphologiques typiques d'un ruisseau de tête de bassin. Les photographies ci-dessus permettent d'ailleurs de prendre conscience de l'évolution notable du milieu entre une situation artificialisée (à gauche) et une seconde plus naturelle (à droite).

Lors de l'abaissement, la ligne d'eau du cours aval du Coteau a diminué au maximum d'environ 90 cm (confluence avec le Thouet) avec une largeur mouillée passant de 5 / 6 m à 1,20 m au minimum. En aval du pont de la D133, les faciès (plats, radiers, chute) et les substrats (sables, graviers, cailloux, pierres, blocs) sont très diversifiés offrant déjà de réelles potentialités piscicoles et astacicoles. Toutefois, le colmatage induit par la présence du plan d'eau d'Empince est toujours bien visible et limite l'attractivité de certains habitats. Cela s'explique notamment par la temporalité de cette phase d'abaissement (récente et très courte) qui ne permet un auto-ajustement sédimentaire du cours d'eau que très partiel, qui plus est en période de faible débit.

Notons également que la zone de confluence du Coteau avec le Thouet ne présente pas de rupture de pente verticale ou très marquée. Les vitesses d'écoulements sont modérées et permettent la circulation piscicole entre le cours principal et l'affluent.

Sur les 160 m de la zone de remous du Coteau, le linéaire en faciès courants reconquis est estimé à environ 100 m, représentant ainsi un gain de 60 %.

La planche photographique qui suit présente dans son ensemble la partie influencée du ruisseau du Coteau, depuis sa confluence avec le Thouet jusqu'à l'amont du pont de la D133.

	
<p>Le ruisseau du Coteau à sa confluence avec le Thouet</p>	<p>Substrat de type sables, graviers, cailloux fins à l'aval</p>
	
<p>Aval du ruisseau élargi au lit légèrement sinueux</p>	<p>Alternance de faciès légèrement courants et lenticues</p>
	
<p>Secteur rectiligne à substrat grossier (pierres grossières et bocs) à l'aval du pont de la D133</p>	<p>Pont de la D133</p>

Notons la présence d'un radier de pont (D133) présentant une section d'écoulement importante, par rapport au gabarit du ruisseau hors secteur influencé, avec une lame d'eau qui s'étale (< à 5 cm). Ce radier présente

une chute de 5 à 10 cm mais s'avère dotée, en rive gauche, d'une tranchée rectiligne large de 25 cm et profonde d'environ 15 à 20 cm.

La tranchée n'améliore pas ou très peu la franchissabilité piscicole en condition d'étiage puisque celle-ci ne traverse pas totalement le radier mais prend naissance au centre, sous le pont. En l'état, cet ouvrage risque donc probablement de se retrouver d'autant plus infranchissable que la lame d'eau sur le radier sera faible.

2.5.2.3. Synthèse

La phase d'abaissement de la ligne d'eau liée aux ouvrages d'Empince a permis de vérifier l'évolution du milieu dans le cas d'un scénario ambitieux de restauration de la ligne d'eau et de la continuité écologique.

Un scénario ambitieux permet donc un gain d'environ 1,5 % du taux d'étagement de la masse d'eau et un linéaire reconquis important, supérieur à 10 km avec le ruisseau du Coteau et ses affluents. Quelques obstacles difficilement franchissables (seuils naturels) et infranchissables (plans d'eau au fil de l'eau) par la faune piscicole sont présents notamment sur les affluents du ruisseau du Coteau réduisant l'accessibilité de l'espèce repère, la truite fario, à un linéaire d'environ 5,5 km depuis le cours du Thouet.

Les gains en faciès d'écoulements courants et diversifiés, *in fine* plus biogènes pour la faune aquatique autochtone présente sur le bassin du Thouet amont, seraient aussi loin d'être négligeables puisque cela concerne plusieurs centaines de mètres de cours d'eau et donc d'habitats de repos, de reproduction et / ou de croissance potentiels.

Notons enfin que la phase d'abaissement a permis de relever des éléments devant être considérés avec vigilance, voire intégrés dans des mesures complémentaires, lors de l'élaboration des scénarios :

- la présence de conditions hydrauliques (chute verticale avec jet plongeant, vitesses d'écoulement) limitant potentiellement la franchissabilité de certaines espèces piscicoles à l'aval des vannes d'Empince, et finalement l'accès au « nouveau » réseau hydrographique accessible.
- La présence d'un seuil en enrochements ne permettant que temporairement l'accès à la partie amont de l'actuelle zone de remous, par les espèces sans capacité de saut (chute limitante).



Vitesse d'écoulement assez élevées à l'aval des vannes



Présence d'une chute à l'aval (~ 0,35 cm) des vannes



Seuil en enrochements à l'amont de la zone de remous avec hauteur de chute de 20 à 30 cm

2.6. ANALYSE DES SEDIMENTS

2.6.1. Contexte

La finalité est de dresser un état précis de la qualité chimique des sédiments du plan d'eau au regard des paramètres cités dans l'arrêté du 9 août 2006, « *relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement* ».

2.6.2. Méthodologie

Les sédiments constituant un réservoir potentiel de contaminants, leurs analyses permettent d'évaluer la contamination des milieux prospectés. Le support sédiment favorise la recherche des substances à faible concentration dans l'eau mais dont les caractéristiques intrinsèques les rendent susceptibles d'être adsorbées. De plus, les sédiments peuvent être considérés comme le réceptacle ultime de nombreux micropolluants. Ceux-ci se répartissent dans les différentes phases du sédiment : eau interstitielle, phase organique (vivante et inerte), phase argileuse, précipités avec les carbonates, liés aux hydroxydes de fer et de manganèse.

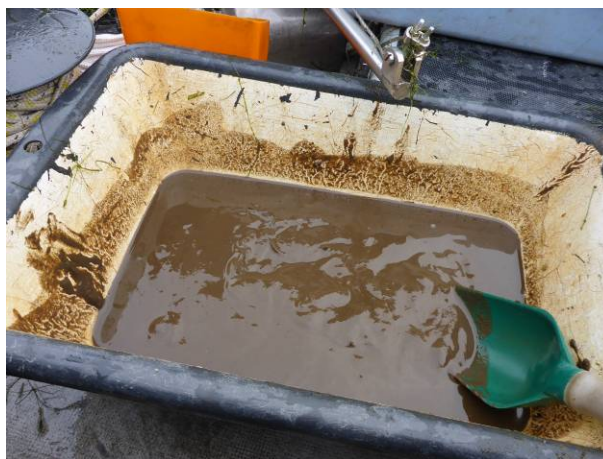
Notons que l'analyse des sédiments fournit une indication cumulée d'une contamination sur un certain intervalle de temps, de substances capables de s'adsorber ; mais elle ne permet pas d'apprécier la biodisponibilité vis à vis des organismes vivants.

Les sédiments fins étant les plus aptes à fixer les métaux, les prélèvements sont réalisés dans les zones d'accumulations du plan d'eau propices aux dépôts des particules fines (limons). Les prélèvements sont donc réalisés dans les zones les plus profondes.

Les prélèvements ont été réalisés le 29 juin 2017 à l'aide de bennes de type Eckman et Van Veen : trois prélèvements espacés d'au moins 2 m ont été réalisés pour constituer un échantillon. Après prélèvements, homogénéisation de l'échantillon et conditionnement, les flaconnages sont conservés en conditions réfrigérées jusqu'à leur transmission au laboratoire agréé INOVALYS à Angers pour analyses.



Prélèvement à la benne Van Veen



Echantillon de sédiments

2.6.3. Modalités d'interprétation des données

Les résultats des analyses physico-chimiques des sédiments sont interprétés selon les grilles du SEQ-Plan d'eau, le support sédiment n'étant pas pris en compte dans l'arrêté du 25 janvier 2010, modifié par l'arrêté de juillet 2015, relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique. L'appréciation des teneurs

en différents éléments n'est réellement exploitable que si elle est comparée à des seuils établis définissant la toxicité relative d'un élément dans un milieu donné.

Les analyses effectuées portent sur les paramètres suivants :

- granulométrie ;
- métaux lourds ou micropolluants métalliques (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) ;
- Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) ;
- Polychlorobiphényles (PCB).

La teneur des sédiments en contaminant est appréciée à travers les niveaux de référence S1 de l'arrêté du 9 août 2006 (voir en annexe), « *relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement* ». Ces valeurs sont rappelées dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Niveaux relatifs aux éléments et composés traces
(en mg/kg de sédiment sec analysé sur la fraction inférieure à 2 mm)

Paramètres	Niveau S1
• Métaux lourds (mg/kg MS)	
Arsenic	30
Cadmium	2
Chrome	150
Cuivre	100
Mercure	1
Nickel	50
Plomb	100
Zinc	300
• Composés organiques (mg/kg MS)	
PCB totaux	0,680
HAP totaux	22,800

Pour les résultats concernant les échantillons de sédiments, les codes couleur utilisés font référence aux grilles de qualité des cours d'eau du SEQ-Eau Version 2, « Classes et indices de qualité de l'eau par altération », conformément aux indications du SEQ-Plan d'eau.

Les altérations « Micropolluants minéraux sur sédiments », « Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sur sédiments » et « Polychlorobiphényles sur sédiments » peuvent être qualifiées à partir d'un seul prélèvement par an. Pour le SEQ-Plan d'eau comme pour le SEQ-Eau, 5 classes de qualité sont définies :

	Très bonne		Bonne		Moyenne		Médiocre		Mauvais
--	------------	--	-------	--	---------	--	----------	--	---------

Les résultats des analyses physico-chimiques sur sédiments sont présentés dans les tableaux aux pages suivantes. Le rapport d'analyse est compilé en annexe.

2.6.4. Résultats liés à la granulométrie

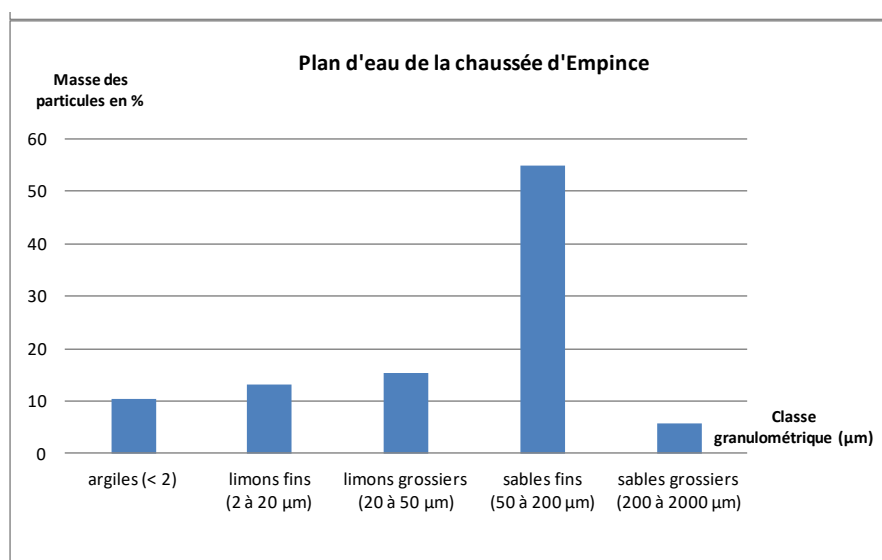
Les résultats des analyses donnent une information sur la composition des sédiments du plan d'eau.

Tableau 4 : Résultats des analyses granulométriques

Granulométrie en %	Plan d'eau de la chaussée d'Empince (29/06/17 à 12h00)
Argilo-limoneux (< 50 μm)	39,2
Sables (entre 50 et 2000 μm)	60,8

Les sédiments sont majoritairement sableux (sables fins en particulier). La capacité d'adsorption des éléments métalliques apparaît donc relativement faible dans ce plan d'eau.

Le graphique suivant présente les répartitions des classes granulométriques (en pourcentage).



Répartitions des classes granulométriques

En vue des futurs aménagements du plan d'eau, ajoutons que le temps de séchage des sédiments va être dépendant de leur composition granulométrique. Ce ressuyage pourra s'avérer déterminant quant à l'accessibilité des engins au lit du cours d'eau et *in fine* à la période de début des travaux, notamment en l'absence d'outils et/ou de matériel suffisamment adapté aux terrains meubles et humides. Ainsi, la distribution granulométrique a une importance sur la compacité comme la porosité des matériaux, et donc leur capacité à sécher.

D'après les résultats obtenus, un temps de ressuyage assez rapide pourrait être attendu pour les sédiments du plan d'eau d'Empince puisque la granulométrie y est assez grossière et principalement composée de sables. **Toutefois, le temps de séchage va également dépendre :**

- de l'épaisseur des sédiments ;
- de la période à laquelle la vidange des plans d'eaux sera effective ;
- des conditions météorologiques à partir celle-ci.

Les retours d'expériences à l'échelle des Régions Pays de la Loire et Nouvelle Aquitaine indiquent qu'il s'écoule en général entre 4 et 9 mois entre la fin de la vidange et le début effectif des travaux.

2.6.5. Résultats de la qualité des sédiments

Les résultats des analyses donnent une information sur la contamination des sédiments.

● Métaux lourds

Le tableau suivant présente les résultats d'analyses portant sur les concentrations en métaux lourds.

Tableau 5 : Résultats des analyses de métaux lourds sur sédiments

Paramètre	Station	Plan d'eau de la chaussée d'Empince (29/06/17 à 12h00)	Niveau S1 (selon l'arrêté du 9 août 2006)
<i>Analyses sur sédiments - laboratoire INOVALYS</i>	Unité		
Arsenic (As)	mg/kg MS	17,33	30
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,52	2
Chrome (Cr)	mg/kg MS	42	150
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	22	100
Mercure (Hg)	mg/kg MS	< 0,05	1
Nickel (Ni)	mg/kg MS	24	50
Plomb (Pb)	mg/kg MS	28	100
Zinc (Zn)	mg/kg MS	165	300

Les sédiments prélevés dans le plan d'eau de la chaussée d'Empince présentent des teneurs en métaux lourds plutôt faibles. La qualité des sédiments selon les métaux lourds varie entre bonne à moyenne avec des teneurs néanmoins plus élevées pour l'arsenic, le nickel et le zinc.

Notons que les sédiments présentent des teneurs en contaminants métalliques inférieures aux seuils S1 (selon l'arrêté du 9 août 2006).

● Polluants organiques : HAP et PCB

Le tableau page suivante présente les résultats d'analyses portant sur les concentrations en HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) et en PCB (Polychlorobiphényles).

Tableau 6 : Résultats des analyses HAP et PCB sur sédiments

Paramètre	Station	Plan d'eau de la chaussée d'Empinçe (29/06/17 à 12h00)	Niveau S1 (selon l'arrêté du 9 août 2006)
<i>Analyses sur sédiments - laboratoire INOVALYS</i>	Unité		
Benzo (3,4)(a) pyrène	µg/kg	23	
Dibenzo (ah) anthracène	µg/kg	5	
HAP somme (2)	µg/kg	28	
Acénaphène	µg/kg	2	
Acénaphylène	µg/kg	2	
Anthracène	µg/kg	3	
Benzo (a) anthracène	µg/kg	22	
Benzo (3,4)(b) fluoranthène	µg/kg	11	
Benzo (11,12)(k) fluoranthène	µg/kg	30	
Benzo (1,12)(ghi) pérylène	µg/kg	17	
Chrysène	µg/kg	20	
Fluoranthène	µg/kg	51	
Fluorène	µg/kg	4	
Indène (1,2,3-cd) pyrène	µg/kg	18	
Naphtalène	µg/kg	9	
Phénanthrène	µg/kg	21	
Pyrène	µg/kg	41	
HAP somme (14)	µg/kg	251	
<i>Biphényl</i>	µg/kg	2	
<i>Méthyl (2) fluoranthène</i>	µg/kg	5	
<i>Méthyl (2) naphtalène</i>	µg/kg	4	
Somme des HAP	µg/kg	281	22 800
Somme 7 PCB (28+52+101+118+138+153+180)	µg/kg	< 9	680

Les paramètres en italique ne sont pas pris en compte par le SEQ-Eau; ils ne peuvent donc pas être qualifiés.

Avec une valeur inférieure à 68 µg/kg, les sédiments ont des **teneurs en HAP totaux très inférieures aux seuils S1** (de 22 800 µg/kg selon l'arrêté du 9 août 2006).

Les HAP sont donc présents en concentration très faible excepté pour les deux hydrocarbures suivants qui présentent des teneurs déclassant ces substances en qualité moyenne :

- Benzo (3,4)(a) pyrène : il est présent dans les combustibles fossiles. Les sources naturelles d'émission sont les éruptions volcaniques et les feux de forêts. Le benzo[a]pyrène est également synthétisé par des plantes, des bactéries et des algues. Sa présence dans l'environnement est d'autre part d'origine anthropique : raffinage du pétrole, du schiste, utilisation du goudron, du charbon, du coke, du kérosène, sources d'énergie et de chaleur, revêtements routiers, fumée de cigarette, échappement des machines. moteur thermique, huiles moteurs, carburants, aliments fumés ou grillés au charbon de bois, huiles, graisses, margarines, etc. ;

- Fluoranthène : il provient principalement de la combustion incomplète de certains produits tels que les gaz d'échappement. Il est produit naturellement dans le pétrole et peut également se retrouver dans les incinérateurs municipaux et les usines de charbon. (*Source : INERIS*)

Ces deux hydrocarbures sont adsorbés par les sédiments. Leurs concentrations moyennement élevées dans les sédiments de ce plan d'eau mettent en évidence une légère source de pollution anthropique (classe de qualité moyenne selon les seuils du SEQ-Eau pour l'altération « Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sur sédiments »). Cependant, avec une valeur de 281 µg/kg, les sédiments ont des **teneurs en HAP totaux nettement inférieures aux seuils S1** (de 22 800 µg/kg selon l'arrêté du 9 août 2006).

Par ailleurs, les concentrations en PCB mesurées dans les sédiments sont très faibles : classe de qualité bonne selon les seuils du SEQ-Eau pour l'altération « Polychlorobiphényles sur sédiments ». Avec une valeur inférieure à 10 µg/kg les sédiments ont des **teneurs en PCB largement inférieures aux seuils S1** (de 680 µg/kg selon l'arrêté du 9 août 2006).

2.6.6. Conclusion sur l'analyse des sédiments

L'analyse des sédiments prélevés en juin 2017 a permis de mettre en évidence une bonne qualité générale des matériaux fins.

Les sédiments du plan d'eau de la chaussée d'Empince sont peu impactés par les micropolluants métalliques ainsi que par les PCB et les HAP. Les valeurs mesurées caractérisent des sédiments de qualité moyenne à très bonne en fonction des paramètres analysés. Quelques valeurs sont légèrement plus élevées chez certains micropolluants métalliques et HAP mais sans atteindre des niveaux (seuils S1 établis selon l'arrêté du 9 août 2006) nécessitant une intervention particulière lors des futurs travaux.

3. DESCRIPTION DU PROGRAMME D'AMENAGEMENT AU STADE AVANT-PROJET

3.1. PREAMBULE

Cette partie vise à décrire de façon synthétique les solutions techniques prévues dans le cadre du programme d'aménagement, en abordant de façon systématique la consistance des aménagements, les principes de dimensionnement et les modalités de mise en œuvre.

Les aménagements proposés sont d'ores et déjà conçus de façon précise et sont représentés par des plans de conception à l'échelle et cotés. Les solutions proposées pourront toutefois être amenées à évoluer de façon sensible en phase Projet en fonction des options d'aménagements qui seront finalement retenues, ainsi que des remarques et exigences éventuelles exprimées dans le cadre de la concertation.

Les plans présentés en annexe ont donc une valeur provisoire et pourront être modifiés et/ou agrémentés lors de la phase projet, qui donnera d'une façon générale l'occasion d'approfondir et de préciser l'ensemble des points abordés parfois de façon synthétique dans le présent rapport, notamment vis-à-vis :

- Du déroulement des travaux : période d'intervention, durée des opérations, préconisations nécessaires pour le respect du milieu aquatique en phase travaux ;
- Du protocole de suivi post-travaux ;
- Du chiffrage détaillé des aménagements.

3.2. HYPOTHESES PRISES EN COMPTE

La conception et le dimensionnement des ouvrages est établi dans le respect des textes réglementaires et normes en vigueur, et conformément aux préconisations indiquées dans les guides techniques. Ces différents textes sont rappelés ci-après :

- CCTG Fascicule 2 :Terrassements généraux
- Eurocode 7 : Calculs géotechniques et ses annexes nationales,
- Normes sur les enrochements (NF EN 13383-1 et 2)
- Guide de génie végétal (Ministère de l'écologie, de l'Energie, du développement durable et de l'aménagement du territoire) – avril 2008
- Guide diagnostic, aménagement et gestion des cours d'eau – 2^{ème} Edition - Degoutte 2012
- Guide d'hydromorphologie fluviale – ONEMA – octobre 2010

3.3. VIDANGE DE LA RETENUE ET GESTION DES SEDIMENTS

3.3.1. Objectifs

En l'absence de précautions particulières, l'abaissement conséquent du plan d'eau pourrait s'accompagner d'une remobilisation importante des sédiments accumulés dans son emprise, pouvant nuire au milieu aquatique en aval du fait du suralluvionnement induit et du colmatage des substrats par les fines. L'objectif de bon état écologique du tronçon aval rend essentiel sa préservation, dans une logique d'efficacité globale de l'opération. Il convient alors de limiter au maximum les rejets de matières en suspension à l'occasion de la première vidange, mais également pendant la phase de stabilisation des terrains riverains.

La démarche proposée consiste alors :

1. A maximiser la décantation sur site des sédiments appelés à être remobilisés depuis la queue de retenue amont, au fur et à mesure de la vidange du plan d'eau ;
2. A reprendre mécaniquement les sédiments stockés dans la retenue au niveau du lit mineur futur du Thouet, pour éviter d'éventuels relargages importants ultérieurs;
3. A minimiser les départs de sédiments en provenance des terrains riverains exondés, par un ressuyage et tassement progressif des vases accumulées, et le développement d'une couverture

herbacée, en maîtrisant par ailleurs les risques de reprise rapide par les crues avant que la stabilisation des terrains ne soit pleinement effective.

3.3.2. Aspects réglementaires encadrant le remplissage et la vidange des plans d'eaux

L'opération de vidange du plan d'eau devra respecter l'arrêté du **27 août 1999** modifié par l'arrêté du **27 juillet 2006** fixant les prescriptions applicables aux opérations de vidange et de remplissage :

- **Période de vidange :**
 - Absence de restriction sur cours d'eau de seconde catégorie piscicole (restrictions uniquement sur cours d'eau de première catégorie piscicole : opérations de vidanges de plans d'eaux à réaliser en dehors de la période du 1^{er} décembre au 31 mars) ;
- **Qualité de l'eau :**
 - Durant la vidange, les eaux rejetées dans le cours d'eau devront respecter les valeurs suivantes en moyenne sur deux heures :
 - Matières en suspension < 1 g/L ;
 - Ammonium < 2 mg/L ;
 - Oxygène dissous > 3 mg/L.

Concernant la gestion des espèces piscicoles, il n'apparaît pas strictement nécessaire de procéder à une pêche de contrôle, comme c'est le cas généralement pour les plans d'eau, mais il sera probablement nécessaire de réaliser une pêche de sauvegarde des espèces qui pourraient rester au niveau des poches d'eaux résiduelles non connectées au cours principal.

3.3.3. Equipements et modalités de gestion proposés pour la vidange du plan d'eau

Concernant le plan d'eau d'Empince, il est à noter l'existence d'une gestion hivernale des vannes par la commune depuis quelques années, consistant à les relever totalement en hiver à l'occasion des premières montées d'eau.

Ce type de gestion a conduit à une reprise de la grande majorité des vases qui s'étaient accumulées au niveau du lit d'écoulement préférentiel.

Les ouvertures ont été réalisées à une période d'hydrologie favorable permettant une dilution importante de ces derniers et un moindre impact sur le milieu aval.

Dans le cadre de la vidange projetée et du démantèlement des vannes, il n'est donc pas à attendre de reprise importante de sédiments par le cours d'eau.

Il n'apparaît donc pas nécessaire ici de mettre en œuvre des moyens importants de limitation de reprise des fines vers l'aval (bassin de décantation, filtres à sédiments, abaissement très progressif de la retenue et gestion des eaux par surverse...).

Il est proposé alors de reproduire la gestion actuelle sur l'hiver précédant les travaux.

En l'absence de montée d'eau particulière sur cette période, les vannes devront être malgré tout totalement ouvertes au plus tard le **1^{er} février** de l'année projetée pour les travaux.

De cette façon, les terrains seront exondés sur une période de **7 mois** minimum avant les travaux et pourront bénéficier des chaleurs estivales et du développement de la végétation herbacée pour leur assèchement/ressuyage et leur stabilisation.

Concernant les opérations ultérieures de démantèlement des structures maçonnées, puis de construction des rampes d'enrochements, le cours d'eau aura été au préalable dérivé par le bras de décharge actuel au moyen d'une ouverture dans le déversoir de décharge et la mise en place de batardeau transversaux sur le lit principal en amont comme en aval de la zone à aménager. Les opérations de démolition,

terrassément et construction à ce niveau seront donc réalisées dans un environnement relativement isolé des arrivées d'eau et ne seront donc pas de nature à relarguer des sédiments en aval.

3.3.1. Reprise mécanique des sédiments du plan d'eau

Comme décrit par la suite, le lit d'écoulement dans l'emprise du plan d'eau résiduel sera redessiné à proximité de la rive droite. Cette opération prévoit le décaissement d'un nouveau lit par extraction des vases accumulées et régalinge sur les parcelles exondées en rive gauche avant reconstitution du matelas alluvial du lit par recharge en granulats.

Cette opération permettra donc de limiter au maximum la reprise des sédiments fins par le cours d'eau et le colmatage du substrat en aval.

3.4. GESTION PISCICOLE AU COURS DE LA VIDANGE

Il n'apparaît pas strictement nécessaire de procéder à une gestion piscicole, comme il est généralement d'usage pour les plans d'eau, car le poisson a ici la possibilité de s'échapper librement vers l'amont ou l'aval au cours de la vidange.

Il sera toutefois probablement nécessaire de réaliser une pêche de sauvegarde des espèces qui pourraient rester au niveau des poches d'eaux résiduelles non connectées au cours principal.

Cette opération pourra être réalisée directement par un prestataire privé spécialisé ou par la Fédération des Deux-Sèvres pour la pêche et la protection du milieu aquatique.

3.5. ARASEMENT ET CONFORTEMENT DU DEVERSOIR DE DECHARGE RIVE DROITE

En l'absence d'intervention particulière, l'abaissement conséquent de la retenue sera de nature à limiter la surverse au niveau du déversoir de décharge existant en rive droite et à déconnecter le bras de décharge droit en dehors de situations de hautes eaux annuelles et de crues.

A l'issue de la concertation avec les riverains, il est apparu souhaitable de conserver une alimentation minimale de ce bras. L'hypothèse retenue est celle d'une alimentation par surverse au-delà du régime médian, soit **6 mois** de l'année environ.

Il convient de s'assurer par ailleurs que les débits dérivés par ce bras resteront largement minoritaires par rapport à ceux écoulés par le bras gauche, pour ne pas concurrencer l'attractivité piscicole de ce dernier.

Les aménagements de reprise et de confortement proposés pour le déversoir de décharge rive droite actuel sont les suivants :

- 1. Arasement de la totalité du parement du seuil: démolition soignée par sciage des maçonneries en crête ;
- 2. Réfection du parement en petits enrochements maçonnés ;

Le programme de travaux ne prévoit pas à ce stade d'intervention visant à:

- Conforter la structure interne du seuil : remplissage des vides par injection de béton par exemple;
- Traiter l'ensemble des problèmes d'infiltration à travers le seuil : remplissage des vides par injection de béton par exemple et mise en place d'un rideau d'étanchéité amont et aval en palplanches métalliques par exemple.



Les observations de terrain ont mis en évidence un bon état général du seuil avec toutefois un début de dégradation du parement, sans indiquer toutefois de phénomènes d'infiltration significatif à travers ou sous le seuil pouvant justifier de tels travaux. Les observations superficielles ne peuvent toutefois pas exclure l'existence de désordres internes.

La mise en œuvre d'opérations de plus grandes envergures pour la reprise et le confortement du seuil existant (injection de béton, écran d'étanchéité amont/aval etc) pourra être motivée ultérieurement par le maître d'ouvrage, sur la base d'une étude

approfondie du génie civil existant, concluant à d'éventuelles préconisations de travaux complémentaires à ceux envisagés dans le présent programme d'intervention.

L'alimentation par surverse à partir du régime médian nécessite de devoir araser la crête de seuil à la cote de **135.87 m NGF**, soit **-1.3 m** environ sous la crête actuelle (voir calage hydraulique au paragraphe 3.9.6.2.). L'arasement concernera l'ensemble du parement de façon à ce que la limite aval de parement soit abaissée à la cote de **135.57 m NGF**, soit **-0.3 m** sous la cote de crête projet amont et la cote de crête aval actuelle.

Compte tenu de la hauteur à araser, de la sensibilité de l'ouvrage actuel et dans l'objectif de conserver les fondations actuelles de l'ouvrage, il apparaît préférable de procéder à une démolition progressive et soignée par sciage des maçonneries depuis la crête. La démolition par arrachement avec le godet d'une pelle hydraulique ou ayant recours au brise-roche hydraulique est proscrite de façon à éviter toute dégradation d'ampleur au-delà de la zone à démolir et toute vibration potentiellement néfaste à la stabilité de la structure sous-jacente.

La technique de sciage peut s'effectuer par couches successives de **0.4 à 0.5 m** d'épaisseur maximum dans le sens vertical en suivant des bandes parallèles, les maçonneries situées entre les traits de scie étant effacées dans un second temps au marteau burineur.

La section d'ouverture réservera une épaisseur de **0.10 m** supplémentaire de façon à prévoir la réfection du parement sur une épaisseur équivalente.

Ce dernier pourra s'apparenter à une couverture de type enrochements maçonnés employant des blocs de calibre **100-200 mm** jointoyés au béton dépassant du radier et réservant des espaces entre eux de l'ordre de **5 à 10 cm**.

La cote d'arase de l'ouverture avant confortement doit ainsi être poursuivie jusqu'à **135.77 m NGF en amont et 135.47 m NGF en aval sur toute la largeur du seuil**. La composition interne des matériaux du seuil n'est pas connue. En tout état de cause, les matériaux de démolition seront évacués vers une filière de valorisation/traitement/stockage adaptée.

Afin d'éviter toute arrivée d'eau depuis le bras principal pendant les opérations de découpe, un batardeau temporaire en remblais de faible hauteur pourra être disposé en ceinture amont du déversoir. Ce dernier sera alors retiré en fin d'opération de façon à permettre la dérivation des eaux du Thouet vers le bras de décharge.

3.6. EFFACEMENT DE L'OUVRAGE PRINCIPAL



L'ouvrage actuel régulant les niveaux du plan d'eau sera effacé après vidange progressive de la retenue et mise hors d'eau de l'ouvrage par dérivation temporaire des eaux du Thouet par le bras de décharge en rive droite.

Les vannes, batardeaux temporaires, systèmes de manœuvres et la passerelle seront démantelés dans un premier temps et évacués vers une filière de traitement/valorisation/stockage appropriée.

Les travaux de démolition concerneront ensuite l'ensemble des structures maçonnées de l'ouvrage (radier, bajoyers...).

Il est à noter l'existence de réseaux sensibles à proximité immédiate en berge rive gauche. En dehors de cette zone, où des précautions particulières sont à prendre (voir chapitre 5 du GUIDE D'APPLICATION DE LA REGLEMENTATION relative aux travaux à proximité des réseaux - Fascicule 2 - GUIDE TECHNIQUE - Version 2 – Décembre 2016) et où le recours à une démolition soignée est préconisé, les travaux de démolition pourront être réalisés à la pelle mécanique munie d'un brise roche hydraulique.

Les matériaux bétons et métalliques (déchets inertes de classe III) extraits devront être évacués vers une filière de traitement/stockage/valorisation adaptée. A titre d'information, les centres de traitements les plus proches acceptant ce type de déchets sont donnés sur la carte suivante (source : <http://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr>).

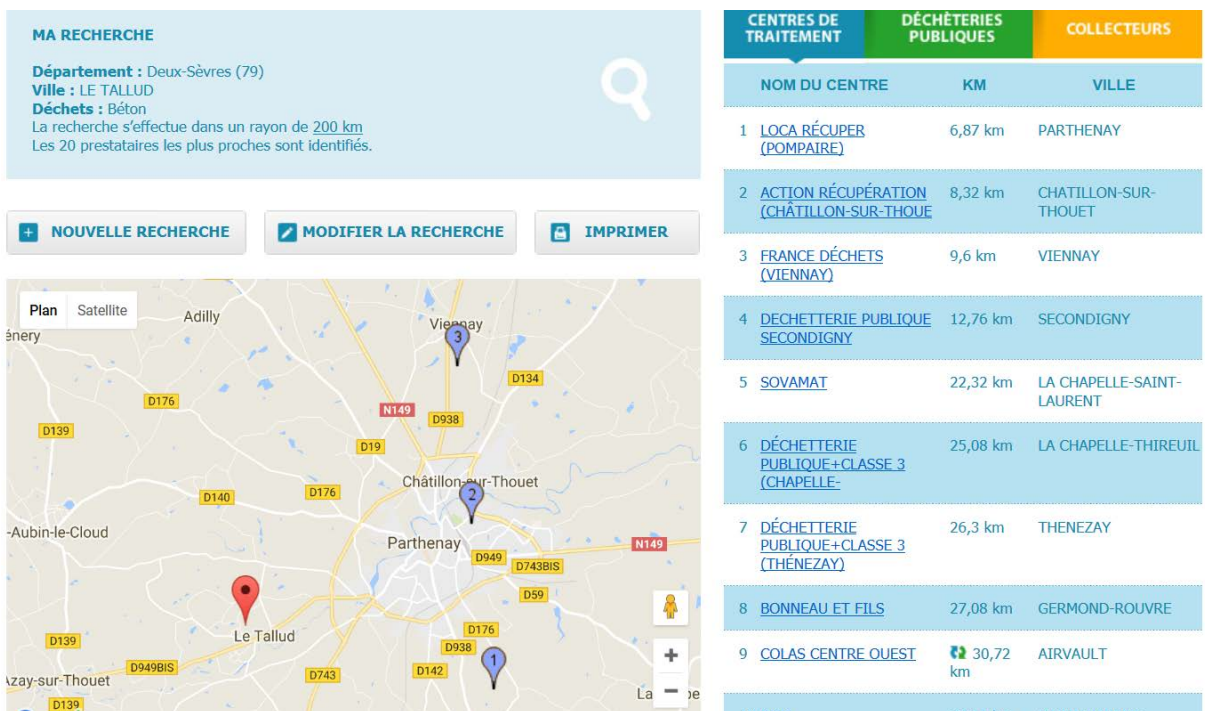


Figure 10. Localisation des centres de traitement les plus proches - Source : <http://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr>.

Ainsi la déchetterie la plus proche est située sur la commune de **Parthenay** à moins de **7 km** du site d'Empince, ce qui représente une distance raisonnable pour ce type d'opération.

3.7. AMENAGEMENT DU LIT DANS LA RETENUE

3.7.1. Création d'un nouveau lit dans l'emprise de la retenue

L'expérimentation d'abaissement de la retenue a permis de visualiser le lit du cours d'eau qui serait appelé à se reformer naturellement et en l'absence d'intervention particulière.

A l'issue de la concertation avec les riverains, il est apparu que le tracé développé dans la retenue ne répondait pas aux attentes des riverains en rive droite, privilégiant un tracé au plus proche de leurs berges actuelles et le maintien d'un faciès relativement lentique en régime de basses eaux avec une hauteur d'eau minimale de l'ordre de **0.7 m**.

La considération de cette demande par le maître d'ouvrage a conduit à recréer un nouveau lit proche de la rive droite sur une longueur de **250 m environ**, le maintien de la ligne d'eau d'étiage devant par ailleurs être assuré par un nouveau seuil franchissable par conception.

Le dimensionnement du gabarit du nouveau lit doit s'inspirer autant que faire se peut des formes naturellement observables à proximité sur le cours d'eau, en dehors des zones fortement influencées ou aménagées par l'Homme.

Il n'apparaît pas forcément opportun ici de caler le dimensionnement du lit sur la base de débits dimensionnants (lit d'étiage calé sur le module, lit à plein bord calé sur le débit de crue morphogène par exemple) dans la mesure où le linéaire aménagé sera très largement influencé par les nouveaux ouvrages à l'aval (écoulement libre uniquement en amont du profil n°4).

Les observations relatives à la forme du lit sur le secteur sont donc réputées suffisantes pour les besoins de conception.

Dans le cas présent, les dimensions suivantes sont retenues :

- **Du profil n°3 au profil n°4** (écoulement non influencé ou peu influencé par l'aval) :
 - Formation d'un lit emboîté :
 - Largeur du lit d'étiage : **2 à 3** mètres au fond, environ 5 mètres à l'emboîtement,
 - Largeur du lit moyen: **10 à 15 m** ;
 - Enfoncement du lit d'étiage par rapport au lit moyen : **0.5-0.7 m environ**
- **En aval du profil n°4** (écoulement influencé par la rampe de franchissement amont) :
 - Largeur au fond : **8 m environ** ;
 - Largeur de plein bord : **10 à 15 m**.

3.7.2. Reconstitution du matelas alluvial

D'une façon générale, la reconstitution du matelas alluvial vise à assurer sur le moyen et long terme une superficie, une épaisseur, une nature granulométrique, un agencement de substrat alluvial et une fréquence de mise en mouvement permettant le bon fonctionnement des biocénoses aquatiques.

Dans des conditions d'écoulement naturelles, il est fréquemment observé la présence d'une couche d'armure sur le fond. Celle-ci se met généralement en place à la suite des crues morphogènes, qui charrient efficacement les sédiments d'amont en aval et qui les redistribuent également sur l'épaisseur du matelas alluvial.

Un tri granulométrique s'opère verticalement avec un recouvrement des éléments fins (sables, graviers) par des matériaux alluvionnaires plus grossiers (cailloux, pierre).

La couche d'armure limite ainsi l'évolution du matelas alluvial sous l'action des contraintes érosives en crue (phénomène de rétroaction). Ce phénomène est toutefois réversible, les crues de plus forte ampleur permettant de remobiliser les matériaux les plus grossiers sur le fond.

Dans le cas présent, il est proposé de reconstituer le matelas alluvial sur une épaisseur variable (**0.2 m** minimum) par l'emploi de matériaux granulaires d'apport de calibre **20-150 mm**.

3.8. CONFORTEMENT DE LA BERGE RIVE DROITE

Dans le cadre du programme de travaux, il apparaît utile de conforter la berge rive droite au droit des parcelles habitées **n°41 et 42** situées sur la partie aval de la retenue, soit sur une longueur d'environ **80 m**, compte tenu de l'abaissement conséquent de la ligne d'eau à ce niveau et des risques de dégradations induits des berges.

La technique proposée consiste en la mise en œuvre :

- De cordons d'enrochements libres en partie basse de la berge ;
- D'un enherbement des berges sur leur partie supérieure.

3.8.1. Protection de la partie basse des berges en enrochements libres

La stabilisation de la partie basse des berges sera assurée par une recharge en enrochements libres. La limite haute de protection est alignée sur le niveau moyen des eaux, soit **135.91 m NGF** dans le cas présent.

La taille des enrochements est classiquement choisie dans un premier temps en fonction :

- Des conditions de vitesse et de turbulence à leur voisinage pour la situation hydraulique la plus pénalisante ;
- De la pente transversale de l'aménagement ;
- De la granulométrie des matériaux constitutifs du terrain sous-jacent (en berge et dans le lit) ;

Puis dans un second temps en fonction :

- Des classes granulaires standards existantes se rapprochant du fuseau blocométrique adapté aux conditions précitées ;
- Des contraintes de manipulation des matériaux par les engins de travaux ;
- Des autres contraintes physiques pouvant s'appliquer de façon occasionnelle (chocs d'embâcles par exemple) ;
- D'éventuelles contraintes de disponibilité en matériaux de proximité de bonne qualité.

Dans le cas présent, les vitesses d'écoulement maximales restent modestes et peuvent être localement de l'ordre de **1 m/s** en régime de crue courante. Par sécurité, la vitesse maximale retenue à proximité des berges pour le dimensionnement est de **1.5 m/s**.

Le diamètre médian des blocs à choisir pour garantir la stabilité des matériaux aux contraintes hydrauliques en présence, considérant une zone d'écoulement rectiligne relativement turbulente, une pente de talus maximale de **3/2 – H/V**, et un angle de stabilité des enrochements de l'ordre de **40°**, est donné par la formule d'Ishbash suivante :

$$d = \frac{0.7}{s - 1} \frac{U^2}{2 \cdot g} / \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \beta}{\sin^2 \varphi}}$$

Avec :

U : vitesse du courant au voisinage des enrochements ;

d : valeur intermédiaire des trois dimensions d'un bloc en forme d'ellipsoïde ;

g : constante gravitationnelle égale à 9.81 m/s² ;

β : angle de stabilité du talus avec l'horizontale ;

ψ : angle d'équilibre des enrochements ;

Pour une meilleure imbrication des blocs, il convient par ailleurs d'adopter une granulométrie étalée :

$$d_{min} > 0.7. d; d_{50} \geq d; d_{max} > 2. d$$

La prise en compte de ces considérations amène aux propositions suivantes :

Diamètre des enrochements - m		
D min	D 50	D max
0.13	0.19	0.39

Selon la norme **NF EN 13 383-1**, le fuseau blocométrique de référence le plus proche correspond au standard **LMA 5/40**.

Pour des contraintes de meilleure manipulation et agencement des matériaux, il est proposé de recourir à l'emploi d'enrochements appartenant à un fuseau blocométrique supérieur, soit le fuseau blocométrique standard **LMA 40/200** (calibre 300-500 mm environ).

L'épaisseur de la protection est portée à **1.5 fois** environ la dimension des plus gros blocs, soit dans le cas présent **0.8 m** environ. L'aval de la protection sera constitué par une bêche d'ancrage sur une épaisseur et une largeur égale à environ **2.5 fois** le diamètre moyen, soit **1 m** dans le cas présent.

Les enrochements utilisés pour la construction doivent être de bonne qualité apparente (pierre propre, dure, non gélive, résistante à l'eau et aux agressions extérieures) et de forme tétraédrique pour une meilleure imbrication des blocs entre eux.

Les enrochements seront disposés en berge sur une couche filtre anti-poinçonnement formée par des matériaux granulaires de type **CP45/125** sur une épaisseur de **0.25 m** minimum.

L'ensemble de la protection reposera sur un géotextile synthétique non tissé (type feutre aiguilleté de densité supérieure à 250 g/m²) déroulé sur le fond de forme préalablement terrassé et jouant un rôle de filtre vis-à-vis des particules fines de la berge remodelée, en empêchant celles-ci de migrer à travers les enrochements sous l'effet des flux d'eaux transversaux.

Gros enrochement	Classe de référence	ELL	NLL	NUL	EUL	M_{em}	
	Passant associé kg	< 5 % kg	< 10 % kg	> 70 % kg	> 97 % kg	limite inférieure kg	limite supérieure kg
	10 000 – 15 000	6 500	10 000	15 000	22 500	12 000	13 000
6 000 – 10 000	4 000	6 000	10 000	15 000	7 500	8 500	
3 000 – 6 000	2 000	3 000	6 000	9 000	4 200	4 800	
1 000 – 3 000	700	1 000	3 000	4 500	1 700	2 100	
300 – 1 000	200	300	1 000	1 500	540	690	

Enrochement moyen	Classe de référence	ELL	NLL	NUL	EUL	M_{em}	
	Passant associé kg	< 2 % kg	< 10 % kg	> 70 % kg	> 97 % kg	limite inférieure kg	limite supérieure kg
	60 – 300	30	60	300	450	120	190
10 – 60	2	10	60	120	20	35	
40 – 200	15	40	200	300	80	120	
5 – 40	1.5	5	40	80	10	20	
15 – 300 *)	3	15	300	450	45	135	

Petit enrochement	Classe de référence	ELL	NLL	NUL	EUL	
	Passant associé mm	< 5 % mm	< 15 % mm	> 90 % mm	> 98 % mm	< 50 % mm
	45/125	22.4	45	125	180	63
63/180	31.5	63	180	250	90	
90/250	45	90	250	360	125	
45/180 **)	22.4	45	180	250	63	
90/180 ***)	45	90 ***)	180 ***)	250	n.d.	

Fuseau retenu pour les enrochements

Fuseau retenu pour la couche filtre

Note : *) enrochement moyen à blocométrie étalée, **) petit enrochement à granulométrie étalée, ***) granulométrie pour gabions, NLL = 20 % et NUL = 80 %

Tableau 7. Classes blocométriques de références et exigences standards applicables aux enrochements – Source : Rock Manual, CETMEF

3.8.1. Protection de la partie supérieure des berges en génie végétal

A des fins de stabilisation à court terme de la partie supérieure de la berge retravaillée modelée, et dans l'attente d'une reprise plus avancée et généralisée de la végétation, il est proposé de procéder à un ensemencement des surfaces terrassées et de recouvrir celles-ci par un treillis de coco tissé de type H2M5 (densité 740 g/m²) après une recharge de matériaux terreux sur une épaisseur d'environ 0.1-0.2 m et issus des déblais excavés dans la retenue.

L'association de ces deux techniques assure une protection contre des forces érosives de l'ordre de **120 N/m²**, ce qui est largement suffisant au regard des contraintes hydrauliques attendues.

L'ensemencement favorise l'émergence rapide d'un tapis protecteur contre les effets du ruissellement et plus généralement contre les phénomènes d'érosion de surface ainsi que dans le but de limiter l'installation d'espèces invasives indésirables sur des sols fraîchement remaniés.

Le réseau racinaire d'un grand nombre d'herbacées est par ailleurs suffisamment développé pour assurer un rôle stabilisateur. Le mélange ne doit pas être composé exclusivement de graminées mais doit comporter un certain pourcentage de légumineuses (2 à 7%) pour renforcer les capacités techniques de protection en raison de la très bonne complémentarité au niveau de l'utilisation des espaces aériens par les tiges externes, et sous-terrain par les différents types d'enracinement (traçant, pivotant etc), mais également en raison de leur plus grande autonomie à l'approvisionnement en éléments nutritifs (capacité à fixer l'azote atmosphérique) et leur meilleure tolérance aux épisodes de sécheresse.

La mise en œuvre de l'ensemencement suit les étapes suivantes :

- Préparation des surfaces et ameublissement des sols si nécessaire ;
- Ensemencement manuel avant la pose du treillis de coco de 10 à 15 g/m² ;
- Recouvrement des graines par un léger griffage de surface et arrosage régulier les premières semaines suivant l'ensemencement ;
- Ensemencement manuel après la pose du treillis de coco de 20 à 30 g/m².

La pose de géotextile biodégradable a pour fonctions principales :

- D'éviter tout risque d'érosion superficielle des sols avant la parfaite reprise des végétaux implantés ;
- De protéger les graines des processus d'emportement par les eaux, pendant les périodes d'immersion notamment ;
- De favoriser le démarrage optimal de la végétation par l'effet de serre local qu'ils engendrent et les capacités de rétention en eau qu'ils possèdent ;
- D'accompagner le développement des végétaux à moyen terme en libérant au cours de leur décomposition des substances susceptibles de participer à la fertilisation du sol.

Le type de géotextile biodégradable employé s'apparentera à un treillis de coco tissé de type H2M5 (densité > 740 g/m²).

La mise en œuvre du treillis de coco tissé suit les étapes suivantes :

- Formation et nivellement de la berge ;
- Ensemencement par un mélange grainier adapté ;
- Mise en place d'une tranchée en crête de berge pour fixer l'extrémité du rouleau, en prévoyant un retour de 0.3 m, fixation du treillis par des cavaliers, remblaiement et compactage de la tranchée ;
- Déroulement du treillis de coco :
 - Déroulement en bandes successives depuis le pied de berge et dans le sens d'écoulement du cours d'eau. Le recouvrement des bandes se fera fait de haut en bas et dans le sens du courant (0.2 m minimum latéralement et 0.5 m minimum longitudinalement) ;
 - Fixation par des cavaliers métalliques :
 - Fixation des zones de recouvrement par des cavaliers métalliques (fers à béton) d'une longueur totale minimale de 60 cm (10/10/40 cm) et de diamètre 6-8 mm ;
 - Densité de cavaliers métalliques 2-3/m².

3.9. DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT PISCICOLE

3.9.1. Implantation et type de dispositif de franchissement

L'aménagement proposé consiste en la mise en place d'un ouvrage composé de deux rampes rustiques d'enrochements appareillés, de faible pente longitudinale et transversale et franchissable par conception. L'implantation de l'ouvrage est proposée depuis l'aval de la défluence des deux bras jusqu'au droit de l'ouvrage actuel sur le bras gauche.

Concernant le type d'aménagement, il est proposé d'adopter un dispositif de franchissement de type rampe rustique d'enrochements appareillés à faible pente longitudinale et transversale compte tenu :

- De la hauteur de chute relativement modeste ;
- De la nécessité de dériver un débit significatif par l'aménagement pour le rendre attractif et fonctionnel sur l'ensemble de l'année (possibilité non permise par des passes à bassins classiques à coût de construction équivalent) ;
- De la souplesse de fonctionnement offerte par ce type d'équipement, offrant des conditions de franchissement favorables à un large panel d'espèces en toute saison :
 - Grande tolérance de fonctionnement de l'aménagement à des variations de niveaux d'eau amont/aval ;
 - Grande variabilité des conditions d'écoulement au sein de l'aménagement permettant aux poissons d'y trouver les conditions favorables à son franchissement en fonction de leurs propres capacités de nage.

Dans le cas présent, la hauteur de chute résiduelle à l'étiage (**0.55 m** au QMNA5) conduit à devoir proposer un aménagement composé de **2 rampes d'enrochements successives séparées par une fosse de faible profondeur**, compte tenu des contraintes classiquement considérées comme admissibles pour le franchissement piscicole en termes de hauteurs de chutes et longueurs à franchir notamment. La rampe d'enrochement amont permettra de maintenir le niveau du plan d'eau résiduel en amont et de répartir les eaux entre les deux bras d'écoulements, en association avec le déversoir de décharge rive droite arasé. La rampe d'enrochement aval sera localisée au droit de l'ouvrage mobile actuel en rive.

Le type d'aménagement proposé peut adopter des formes relativement variées et un caractère plus ou moins « rustique » en fonction des matériaux et des dispositions constructives envisagées.

Dans le cas présent, il n'est pas proposé de maçonner l'intégralité de l'ouvrage, dans une logique de maîtrise des coûts de travaux et de plus grande durabilité de l'ouvrage. Ce choix permet en effet :

- De conserver une certaine souplesse de l'aménagement, permettant de s'adapter à d'éventuels mouvements des terrains alluvionnaires à long terme (affaissements, tassements, exhaussements...)
- D'éviter l'exercice de sous-pressions pouvant être à l'origine d'une dégradation accélérée de l'ouvrage.

Les dispositions constructives sont alors choisies de façon :

- A ce que les blocs restent stables pour des vitesses d'écoulement élevées, dépassant de façon sécuritaire les vitesses maximales susceptibles d'être observées après aménagement, et face à d'éventuels chocs par des corps flottants dérivants (troncs d'arbres par exemple) ;
- A empêcher la migration des matériaux constitutifs du fond au travers de la rampe de blocs, par la mise en place d'une couche filtre en matériaux granulaires, en vue d'éviter l'enfoncement progressif de l'aménagement au cours du temps ;
- A empêcher la déstructuration de l'ouvrage par l'aval (affouillement de pied) et sa désorganisation générale à long terme, par la mise en place d'une protection de pied adaptée aux contraintes hydrauliques en présence (bêche d'ancrage aval).

L'emploi de béton n'est pas strictement nécessaire mais peut toutefois être limité uniquement au niveau des crêtes de seuils sur la totalité de leur largeur :

- Pour garantir une meilleure tenue contre les impacts des corps flottants dérivants en crue ;
- Pour garantir pleinement le maintien de leur dimension et positionnement à long terme (structures de contrôle hydraulique) ;
- Pour éviter qu'une partie de l'écoulement ne filtre entre les enrochements.

Cette technique est préconisée ici compte tenu des faibles débits d'étiage.

3.9.2. Espèce cibles retenues pour le dimensionnement du dispositif de franchissement piscicole

Pour la présente masse d'eau, la seule espèce cible amphibiote ciblée par le classement du cours d'eau au titre de l'article L214-17 du Code de l'Environnement est l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*).

Les espèces holobiotiques pouvant être considérées comme représentatives du cortège piscicole en présence sont :

- Le barbeau fluviatile (*Barbus barbus*) ;
- Le brochet (*Esox lucius*) ;
- Le hotu (*Chondrostoma nasus*) ;
- La loche de rivière (*Cobitis taenia*) ;
- La truite de rivière (*Salmo trutta*) ;
- La vandoise (*Leuciscus sp hors Idus*).

Cette liste ne prétend pas être exhaustive mais rend suffisamment compte des diversités de comportements et périodes migratoires, tailles, et capacités de nage des espèces piscicoles en présence.

3.9.3. Principes de dimensionnement et de fonctionnement

La rampe rustique a été dimensionnée sur la base des critères énoncés dans le **Guide Technique pour la conception des passes naturelles, GHAAPPE 2006**.

Le dimensionnement a été réalisé en considérant :

- La pleine fonctionnalité de l'ouvrage pour le cortège d'espèces piscicoles considéré en régime de basses eaux (\approx débit médian), moyennes (module interannuel) et hautes eaux annuelles (double module). A noter qu'une moindre fonctionnalité de l'ouvrage en régime d'étiage sévère (QMNA5) peut être tolérée compte tenu des moindres besoins migratoires pour de tels débits, plus classiquement observés en période estivale (montaison de l'anguille uniquement) ;
- Un pendage latéral de chaque rampe de part et d'autre d'une échancrure centrale afin d'offrir des hauteurs et vitesses d'écoulement variées sur une même section, cohérentes avec les capacités de nage d'un large panel d'espèces et permettant d'assurer une bonne fonctionnalité du dispositif malgré les variations de niveau d'eau en amont de l'ouvrage en fonction des saisons ;
- La dérivation par l'ouvrage de la totalité du débit jusqu'au régime médian, un partage des eaux avec le bras de décharge rive droite étant permis pour des débits supérieures du fait de l'arasement partiel du déversoir de décharge rive droite ;
- Une alimentation largement majoritaire du bras gauche au-delà du régime médian, en vue d'assurer une attractivité satisfaisante à l'aval du dispositif de franchissement en tout temps en concurrençant efficacement les débits dérivés par le bras droit.

Les critères de dimensionnement piscicoles recommandés par le guide GHAAPPE pour les rampes d'enrochements appareillés (ou passes à enrochements jointifs) sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Groupe d'espèces	Hauteur d'eau minimale (m)	Vitesses d'écoulement maximales (m/s)	Longueur maximale du coursier (m)
Saumons, truites de mer, lamproies	0.3	3.0	10
		2.0	20
Aloses	0.4	2.5	10
		1.5-1.8	20
Truites fario, Ombres, cyprinidés rhéophiles	0.2	1.8-2.0	5-6
		1.5	10
Petites espèces	0.2	1.2-1.5	5-6

Figure 2. Critères de dimensionnement piscicoles pour les passes à enrochements régulièrement répartis (source : Guide GHAPE, 2006)

Il est à noter que les rampes d'enrochements appareillés à faible pente longitudinale peuvent être considérées comme franchissables pour des hauteurs de tirants d'eau plus faibles, mais dans des conditions moins favorables toutefois que dans les conditions précitées.

Espèces	Hauteur d'eau minimale - m	Chute maximale peu impactante (ICE=1) - m	Chute significativement impactante (ICE=0.66) - m
Barbeau fluviatile	0.10 m	0.3	0.6
Brochet	0.15	0.6	1
Hotu	0.10	0.3	0.6
Loche de rivière	0.05	0.15	0.35
Truite de rivière	0.1	0.5	0.9
Vandoise	0.05	0.2	0.5

Figure 2. Critère de tirant d'eau minimum pour le diagnostic de franchissabilité des seuils à parement aval incliné (Source : Guide Informations sur la Continuité Ecologique, ONEMA, 2014)

3.9.4. Description des aménagements

3.9.4.1. Dimensionnement de la prise d'eau

La prise d'eau correspond au premier seuil amont de la rampe rustique. Elle est dimensionnée de façon à ce que :

- La largeur maximale soit du même ordre de grandeur que la largeur du lit en aval, soit **8 m** environ ;
- Elle présente depuis chaque rive vers l'échancrure un pendage latéral de l'ordre de **10 %** de façon à éviter l'étalement d'une mince lame d'eau en période de plus basses eaux et à offrir des conditions d'écoulement variées sur la section, favorable au franchissement du plus grand nombre d'espèces ;
- La charge hydraulique amont et au centre soit de l'ordre de :

- **0.10 m** pour le régime de basses eaux dimensionnant (QMNA5);
- **0.3 m** au module ;
- L'épaisseur de la crête soit de l'ordre de **1.5 à 2 fois** le tirant d'eau maximal pour le régime dimensionnant de hautes eaux pour éviter le soulèvement des blocs par la force centrifuge due à la courbure de l'écoulement;
- La hauteur d'eau dans la retenue pour le régime dimensionnant de basses eaux (QMNA5) soit de l'ordre de **0.7 m**.

Dimensionnement de la prise d'eau	
Largeur échancrure m	8
Pendage moyen transversal positif depuis l'échancrure vers les rives	10%
Cote minimale du radier de la prise d'eau m NGF (centre échancrure) m NGF	135.65
Cote maximale du radier de la prise d'eau m NGF (bordure échancrure) m NGF	136.05

Tableau 8. Caractéristiques géométriques de la prise d'eau constituée par la crête de la rampe d'enrochements amont

3.9.4.2. Dimensionnement des rampes d'enrochements

L'aménagement général est conçu de façon à ce que :

- L'écoulement s'organise sous la forme d'une succession de rampes et fosses à intervalles réguliers;
- Il se raccorde harmonieusement au fond naturel en amont et en aval ;
- La fosse séparant les deux rampes présente une surprofondeur par rapport au seuil aval. La surprofondeur proposée est de **0.3 m** par rapport au centre de l'échancrure de la rampe aval. De cette façon, la profondeur totale de la fosse est de l'ordre de **0.4 m** pour le régime d'étiage et **0.6 m** en régime moyen (**0.3 m** de surprofondeur + **0.1 m à 0.3 m** de hauteur d'eau = **0.4 à 0.6 m** de hauteur d'eau totale). La surprofondeur permet ainsi de diminuer significativement les vitesses d'écoulement et de former une zone de repos pour le poisson entre chaque rampe à franchir ;
- Les dénivelés d'eau entre l'amont et l'aval de chaque seuil n'excèdent pas **0.35 m** pour le régime de basses eaux dimensionnant ;
- Les vitesses d'écoulement maximales moyennes au droit de chaque rampe soient inférieures à **1.5 - 2 m/s** sur la gamme de débit souhaitée (QMNA5 → Double module) ;
- Les hauteurs d'eau minimales sur les parements de rampe au centre de l'échancrure soient compatibles avec la nage des différentes espèces piscicoles.

Les caractéristiques de dimensionnement de l'aménagement sont récapitulées dans le tableau ci-après, considérant une hauteur de chute totale de l'ordre de **0.55 m** pour le régime de basses eaux dimensionnant.

Caractéristiques	Rampe amont	Rampe aval
Type de seuils	Seuils épais à section triangulaire	
Cote échancrure	135.65 m NGF	135.425 m NGF
Cote limites latérales	136.05 m NGF	135.825 m NGF
Largeur	8 m	
Cote pied de parement aval	135.125 m NGF (-0.3 m sous la cote radier aval)	134.75 m NGF (-0.3 m sous la cote radier aval)
Pendage longitudinal parement seuil amont	10%	
Longueur crête	1 m	
Longueur pied	1.5 m	
Longueur parement	5.25 m	6.75 m
Longueur totale	6.75 m	8.25 m

3.9.5. Choix des matériaux constituant la rampe

La taille des enrochements est classiquement choisie dans un premier temps en fonction :

- Des conditions de vitesse et de turbulence à leur voisinage pour la situation hydraulique la plus pénalisante ;
- De la pente transversale de l'aménagement ;
- De la granulométrie des matériaux constitutifs du terrain sous-jacent (en berge et dans le lit) ;

Puis dans un second temps en fonction :

- Des classes granulaires standards existantes se rapprochant du fuseau blocométrique adapté aux conditions précitées ;
- Des contraintes de manipulation des matériaux par les engins de travaux ;
- Des autres contraintes physiques pouvant s'appliquer de façon occasionnelle (chocs d'embâcles par exemple) ;
- D'éventuelles contraintes de disponibilité en matériaux de proximité de bonne qualité.

Dans le cas présent, les vitesses d'écoulement maximales restent modestes et restent inférieures à **2 m/s** en régime de crue courante. Par sécurité, la vitesse maximale retenue à proximité des berges pour le dimensionnement est **de 2 m/s**.

Le diamètre médian des blocs à choisir pour garantir la stabilité des matériaux aux contraintes hydrauliques en présence, considérant une zone d'écoulement rectiligne relativement turbulente, une pente longitudinale de rampe de **10%**, et un angle de stabilité des enrochements de l'ordre de **40°**, est donné par la formule d'Isbash suivante :

$$d = \frac{0.7 U^2}{s - 12. g} / \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \beta}{\sin^2 \varphi}}$$

Avec :

U : vitesse du courant au voisinage des enrochements ;

d : valeur intermédiaire des trois dimensions d'un bloc en forme d'ellipsoïde ;

g : constante gravitationnelle égale à 9.81 m/s² ;

β : angle de stabilité du talus avec l'horizontale ;

ψ : angle d'équilibre des enrochements ;

Pour une meilleure imbrication des blocs, il convient par ailleurs d'adopter une granulométrie étalée :

$$d_{min} > 0.7. d; d_{50} \geq d; d_{max} > 2. d$$

La prise en compte de ces considérations amène aux propositions suivantes :

Diamètre des enrochements - m		
D min	D 50	D max
0.12	0.18	0.35

Selon la norme **NF EN 13 383-1**, le fuseau blocométrique de référence le plus proche correspond au standard **LMA 5-40**.

Pour des contraintes de meilleure manipulation et agencement des matériaux, il est proposé de recourir à l'emploi d'enrochements appartenant à un fuseau blocométrique supérieur, soit le fuseau blocométrique standard **LMA 40/200** (calibre 300-500 mm environ). L'épaisseur de la protection est portée à **1.5 fois** environ la dimension des plus gros blocs, soit dans le cas présent **0.8 m** environ.

L'aval de la protection sera constitué par une bêche d'ancrage sur une longueur de **1.5 m** et une épaisseur de égale à environ **2.5 fois** le diamètre moyen, soit **1 m** dans le cas présent.

Les enrochements utilisés pour la construction doivent être de bonne qualité apparente (pierre propre, dure, non gélive, résistante à l'eau et aux agressions extérieures) et de forme tétraédrique pour une meilleure imbrication des blocs entre eux.

Les enrochements seront disposés en berge sur une couche filtre anti-poinçonnement formée par des matériaux granulaires de type **CP45/125** sur une épaisseur de **0.25 m** minimum.

L'ensemble de la protection reposera sur un géotextile synthétique non tissé (type feutre aiguilleté de densité supérieure à 250 g/m²) déroulé sur le fond de forme préalablement terrassé et jouant un rôle de filtre vis-à-vis des particules fines de la berge remodelée, en empêchant celles-ci de migrer à travers les enrochements sous l'effet des flux d'eaux transversaux.

	Classe de référence	ELL	NLL	NUL	EUL	M_{em}	
	Passant associé kg	< 5 % kg	< 10 % kg	> 70 % kg	> 97 % kg	limite inférieure kg	limite supérieure kg
Gros enrochement	10 000 – 15 000	6 500	10 000	15 000	22 500	12 000	13 000
	6 000 – 10 000	4 000	6 000	10 000	15 000	7 500	8 500
	3 000 – 6 000	2 000	3 000	6 000	9 000	4 200	4 800
	1 000 – 3 000	700	1 000	3 000	4 500	1 700	2 100
	300 – 1 000	200	300	1 000	1 500	540	690
	Classe de référence	ELL	NLL	NUL	EUL	M_{em}	
	Passant associé kg	< 2 % kg	< 10 % kg	> 70 % kg	> 97 % kg	limite inférieure kg	limite supérieure kg
Enrochement moyen	60 – 300	30	60	300	450	120	190
	10 – 60	2	10	60	120	20	35
	40 – 200	15	40	200	300	80	120
	5 – 40	1.5	5	40	80	10	20
	15 – 300 *)	3	15	300	450	45	135
	Classe de référence	ELL	NLL	NUL	EUL		
	Passant associé mm	< 5 % mm	< 15 % mm	> 90 % mm	> 98 % mm	< 50 % mm	
Petit enrochement	45/125	22.4	45	125	180	63	
	63/180	31.5	63	180	250	90	
	90/250	45	90	250	360	125	
	45/180 **)	22.4	45	180	250	63	
	90/180 ***)	45	90 ***)	180 ***)	250	n.d.	

Fuseau retenu pour les enrochements

Fuseau retenu pour la couche filtre

Note : *) enrochement moyen à blocométrie étalée, **) petit enrochement à granulométrie étalée, ***) granulométrie pour gabions, NLL = 20 % et NUL = 80 %

Tableau 9. Classes blocométriques de références et exigences standards applicables aux enrochements – Source : Rock Manual, CETMEF

3.9.6. Fonctionnalité hydraulique et piscicole du dispositif de franchissement

3.9.6.1. Méthodologie

La fonctionnalité piscicole du dispositif de franchissement peut être correctement appréciée à partir de l'analyse des conditions hydrauliques qui règnent au droit de chaque rampe d'enrochement, au regard des critères hydrauliques classiquement considérés comme admissibles pour ce type d'équipement pour le cortège d'espèces piscicoles représentatif du contexte en présence.

Il convient alors :

- De calculer les relations Cotes amont-aval / Débit pour chaque seuil du complexe hydraulique, dépendant de leur typologie, dimension, et des conditions d'écoulement aval (possibilité d'envoie du seuil par l'aval à partir d'un certain débit) ;
- De préciser la répartition des eaux entre les différentes parties d'ouvrages composant le complexe hydraulique au gré des variations hydrologiques saisonnières ;
- De calculer pour différents débits contrastés et représentatifs des conditions hydrologiques courantes, les lignes d'eau qui s'établissent sur les parements des rampes de franchissement avec précision le cas échéant :
 - De la présence d'un ressaut ou non ;
 - Du type de ressaut ;
 - Du tirant d'eau minimal sur le parement ;
 - De la vitesse maximale sur le parement ;
 - De la distance à parcourir après ressaut et jusqu'en limite amont du parement.
- De comparer les critères hydrauliques précités aux critères piscicoles réputés admissibles pour le cortège en présence.

3.9.6.2. Lois d'écoulement utilisées pour le calcul des relations Cotes amont-aval/Débit

3.9.6.2.1 Rampes d'enrochements

La crête des rampes d'enrochements est dimensionnée par l'emploi de la formule de seuil épais triangulaire issue du Guide technique de référence : Notice sur les déversoirs – Synthèse des lois d'écoulement au droit des seuils et déversoirs – CETMEF 2005 dont les formulations sont rappelées ci-après.

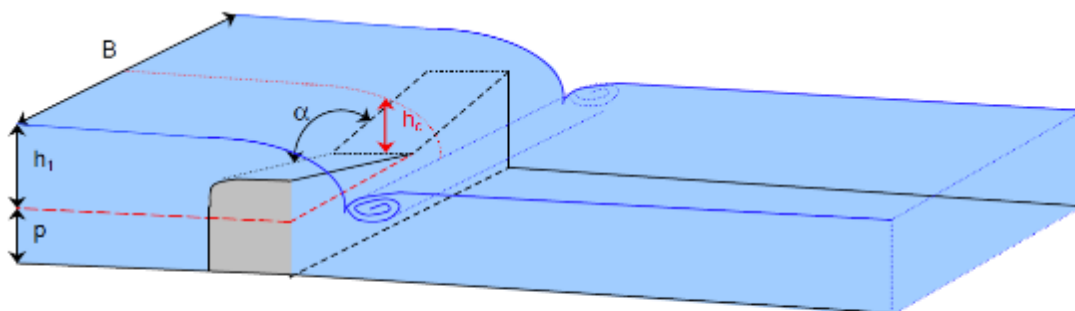


Figure 56 : vue en perspective d'un déversoir triangulaire à crête épaisse, en écoulement dénoyé



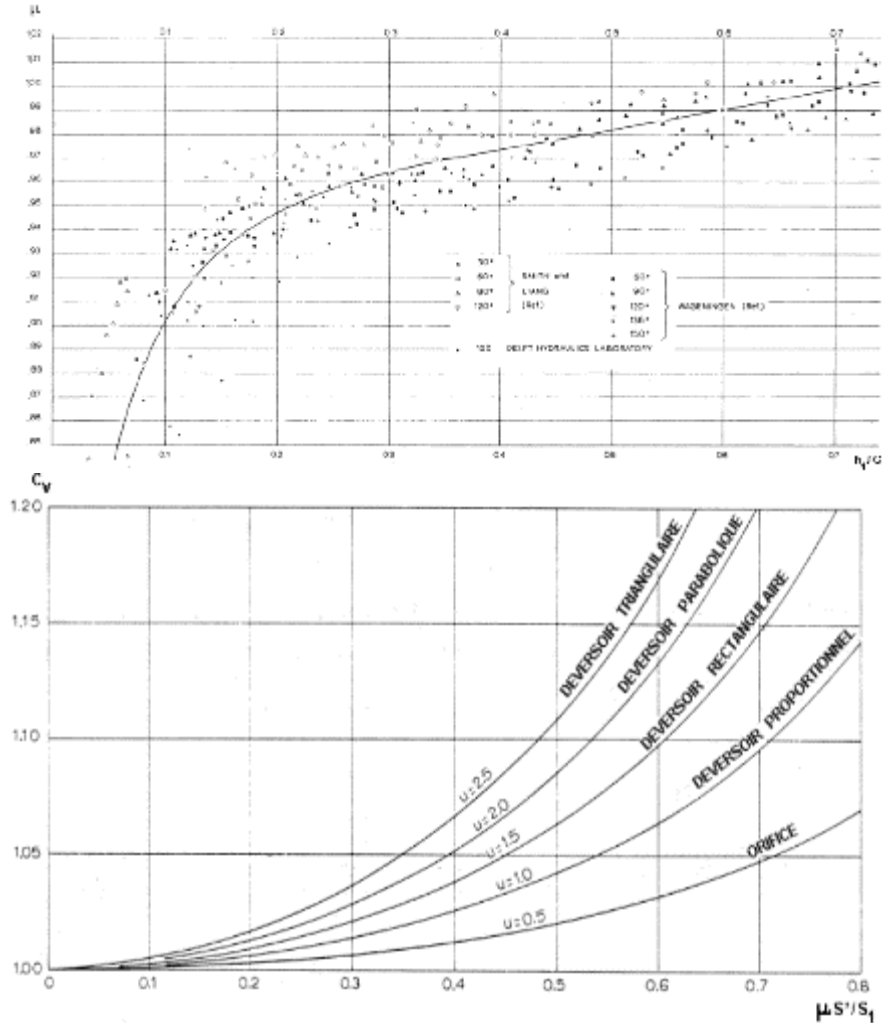
Formulation employée en écoulement dénoyé pour $h_1 < 1.5.t_r$ (section triangulaire)

$$Q = \mu \cdot C_v \cdot \frac{16}{25} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g}{5}} \cdot t_r g(\alpha/2) \cdot h_1^{5/2}$$

Formulation employée en écoulement dénoyé pour $h_1 > 1.5.t_r$ (section complète)

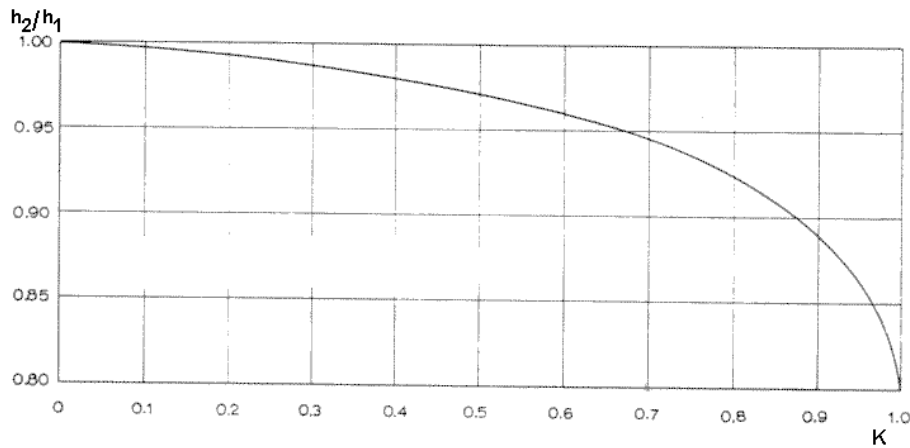
$$Q = \mu \cdot C_v \cdot L \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g}{3}} \cdot (h_1 - \frac{t_r}{2})^{3/2}$$

Avec μ et C_v , coefficients donnés par abaques en fonction de la charge hydraulique amont et de l'épaisseur de la crête de seuil.



Formulation employée en écoulement noyé

Application d'un coefficient d'envolement K (abaque suivante) à la formulation d'écoulement en dénoyé pour $h_2/h_1 > 0.8$



3.9.6.2.2 Déversoir de décharge en rive droite

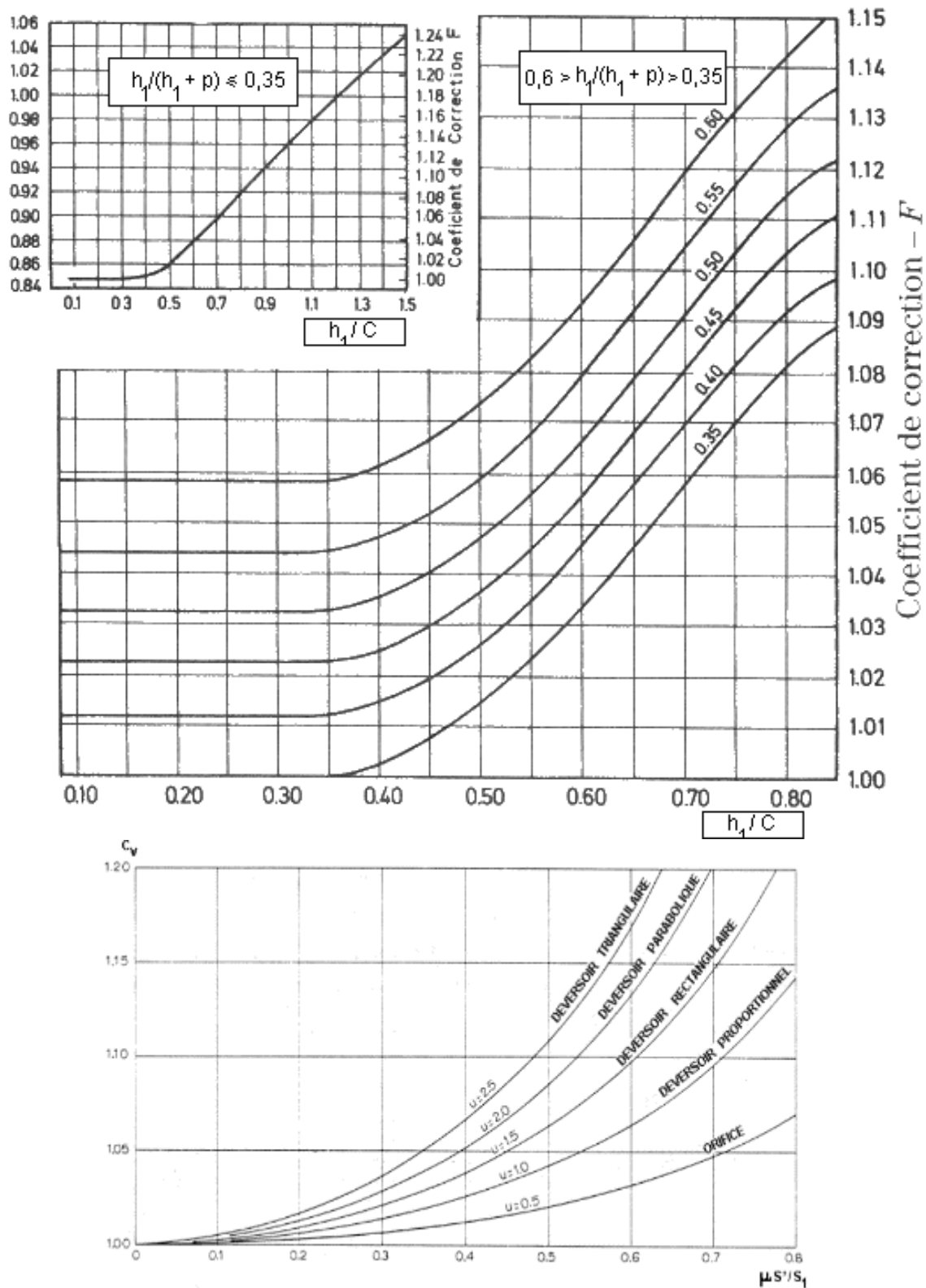
La relation Cotes/Débits du déversoir de décharge rive droite arasé est calculée par l'emploi de la formule de seuil épais rectangulaire issue du Guide technique de référence : Notice sur les déversoirs – Synthèse des lois d'écoulement au droit des seuils et déversoirs – CETMEF 2005 dont les formulations sont rappelées ci-après.

Formulation employée en écoulement dénoyé

$$Q = \mu \cdot C_v \cdot L \cdot \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2 \cdot g}{3}} \cdot h_1^{3/2}$$

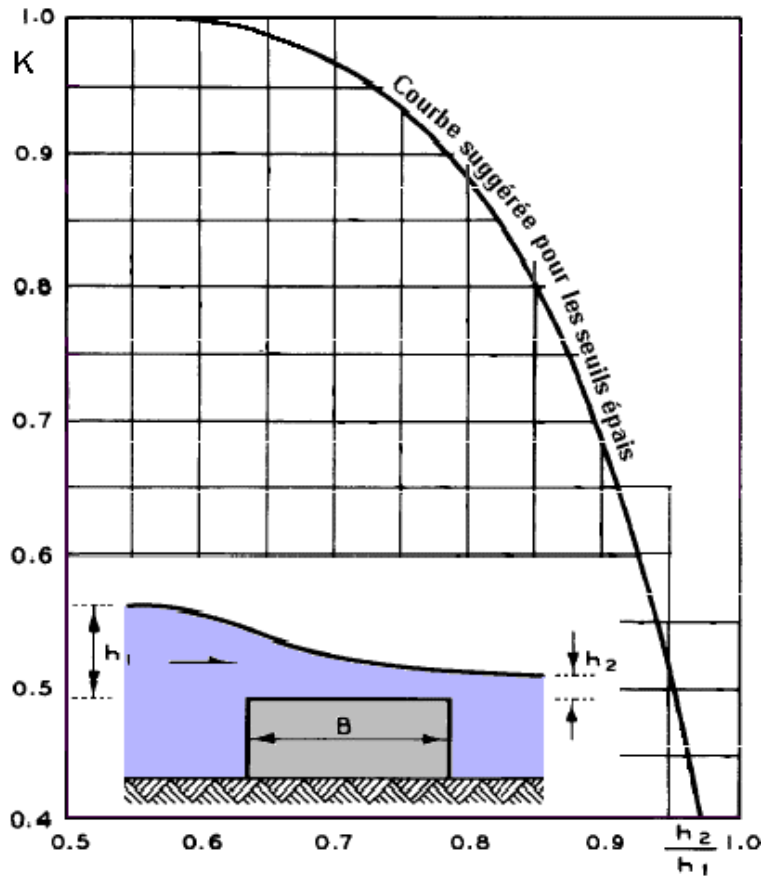
Avec μ et C_v coefficients donnés par abaques en fonction de la charge hydraulique amont, de la hauteur de pelle et de l'épaisseur de la crête de seuil.

- Pour $0.08 < h_1/C < 0.33$, $\mu \approx 0.848$
- Pour $0.33 < h_1/C < 0.60$, $\mu \approx 0.848.F$



Formulation employée en écoulement noyé

Application d'un coefficient d'envolement K (Abaque U.S. Army Engineer) à la formulation d'écoulement en dénoyé pour $h_2/h_1 > 2/3$



3.9.6.2.3 Répartition des eaux entre bras d'écoulement

Le tableau et la figure ci-après indiquent la répartition des eaux qui s'établit entre le dispositif de franchissement piscicole et le déversoir de décharge en rive droite au gré des variations hydrologiques saisonnières.

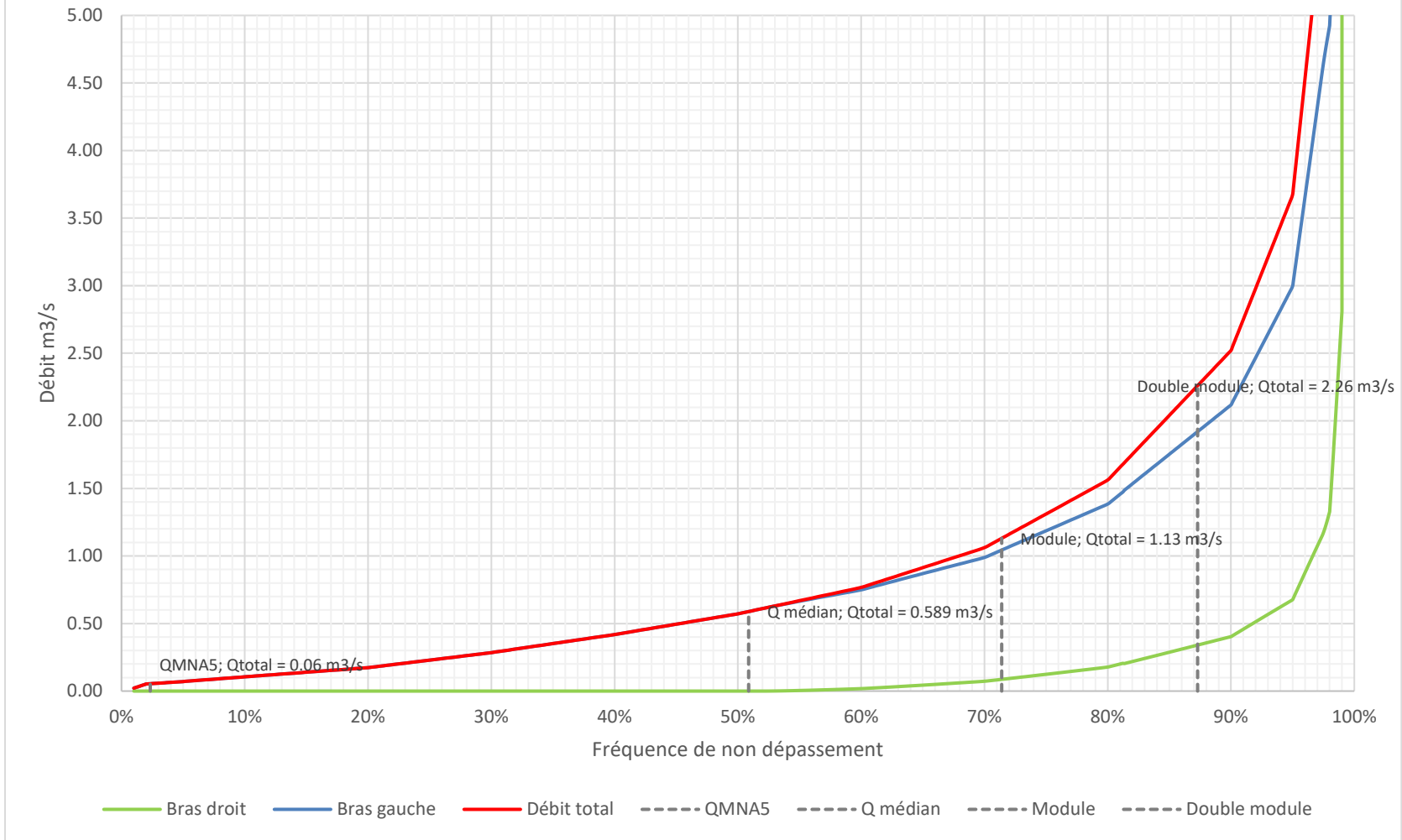
Conformément aux critères de conception, le bras de décharge rive droite n'est alimenté qu'au-delà du régime médian, soit **6 mois** environ en année moyenne, et ne représente qu'une petite fraction du débit total du cours d'eau (**8%** au module soit **90 l/s**, et **15 %** au double module).

De cette façon, le bras droit n'est pas de nature à concurrencer l'attractivité piscicole du bras gauche où se situe le dispositif de franchissement.

	Régime hydrologique	Fréquences de non dépassement	Débit total	Bras droit	Bras gauche	Bras droit	Bras gauche
		%	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	% Q Total	% Q Total
Débits classés	DC 99%	99%	9.470	2.81	6.66	30%	70%
	DC 98%	98%	6.250	1.32	4.92	21%	79%
	DC 95%	95%	3.670	0.67	2.98	18%	82%
	DC 90%	90%	2.520	0.40	2.10	16%	84%
	DC 80%	80%	1.560	0.17	1.37	11%	89%
	DC 70%	70%	1.060	0.07	0.98	7%	93%
	DC 60%	60%	0.766	0.02	0.74	2%	98%
	DC 50%	50%	0.571	0.00	0.57	0%	100%
	DC 40%	40%	0.418	0.00	0.42	0%	100%
	DC 30%	30%	0.284	0.00	0.28	0%	100%
	DC 20%	20%	0.173	0.00	0.17	0%	100%
	DC 10%	10%	0.105	0.00	0.10	0%	100%
	DC 5%	5%	0.070	0.00	0.07	0%	100%
	DC 2%	2%	0.052	0.00	0.05	0%	100%
DC 1%	1%	0.021	0.00	0.02	0%	100%	

	Régime hydrologique	Fréquences de non dépassement	Débit total	Bras droit	Bras gauche	Bras droit	Bras gauche
		%	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	% Q Total	% Q Total
Débits de référence	QMNA5	2%	0.055	0.00	0.05	0%	100%
	Q médian	51%	0.589	0.00	0.58	0%	100%
	Module	71%	1.130	0.09	1.04	8%	92%
	Double module	87%	2.260	0.34	1.91	15%	85%
Débits mensuels	Janv.	89%	2.450	0.38	2.06	16%	84%
	Fév.	88%	2.340	0.35	1.97	15%	85%
	Mars	79%	1.500	0.16	1.33	11%	89%
	Avr.	75%	1.290	0.12	1.17	9%	91%
	Mai	63%	0.846	0.03	0.81	4%	96%
	Juin	53%	0.632	0.00	0.62	0%	100%
	Juil.	42%	0.444	0.00	0.44	0%	100%
	Août	26%	0.246	0.00	0.24	0%	100%
	Sept.	26%	0.240	0.00	0.24	0%	100%
	Oct.	50%	0.576	0.00	0.57	0%	100%
	Nov.	70%	1.050	0.07	0.97	7%	93%
Déc.	81%	1.690	0.20	1.49	12%	88%	

Répartition des débits entre bras d'écoulements - Site d'Empince - AVP



3.9.6.2.4 Conditions hydrauliques sur les parements des rampes de franchissements

Fonctionnement général

Le tableau ci-après reporte les conditions hydrauliques qui s'établissent de part et d'autre du dispositif de franchissement ainsi qu'au niveau de chaque rampe de franchissement pour la gamme de fonctionnement hydrologique visée (QMNA5 → Double module).

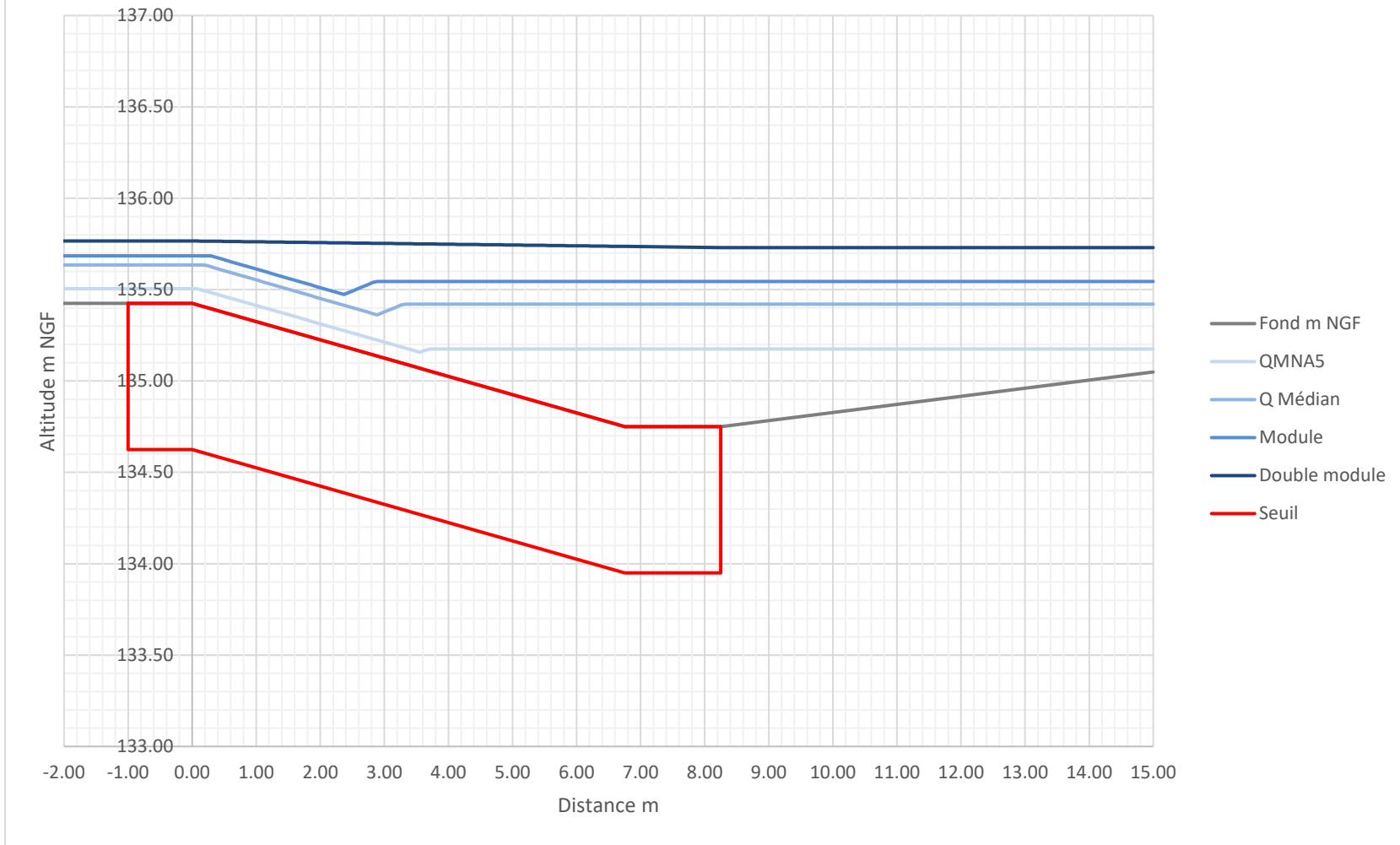
Régime hydrologique	QMNA5	Q Médian	Module	Double Module
Mois de l'année où le débit est le plus susceptible d'être observé	Juillet-Septembre	Juin-Juillet et Octobre-Novembre	Avril-Mai et Novembre-Décembre	Décembre-Mars
Périodes de montaison des amphihalins				
Anguille				
Période de dévalaison des amphihalins				
Anguille				
Périodes de migration des holobiotiques				
Migration brochet				
Migration cyprinidés				
Répartition des débits entre les parties d'ouvrages				
Q Total Thouet m ³ /s	0.055	0.59	1.13	2.26
Q bras gauche m³/s	0.055	0.59	1.04	1.91
Q bras gauche %	100%	100%	92%	85%
Niveaux d'eau en amont et en aval du dispositif de franchissement piscicole sur le bras gauche				
Z amont m NGF	135.74	135.87	135.91	135.98
Z aval rampe amont = Z amont rampe aval m NGF	135.51	135.64	135.68	135.77
Z aval m NGF	135.18	135.42	135.55	135.73
Chute totale m	0.56	0.45	0.36	0.25

Fonctionnement rampe de franchissement aval

Le tableau et la figure ci-après reportent les conditions hydrauliques qui s'établissent au droit de la rampe de franchissement aval pour la gamme de fonctionnement hydrologique visée (QMNA5 → Double module). L'écoulement apparaît dénoyé par l'aval en basses et moyennes eaux et s'enneie pour des conditions de hautes eaux annuelles. Il subit une accélération locale au passage de l'ouvrage (passage d'écoulement fluvial à torrentiel) et forme un ressaut de faible amplitude (ressaut ondulé) à la rencontre de l'écoulement fluvial en aval.

Régime hydrologique	QMNA5	Q Médian	Module	Double module
Q Total Thouet m ³ /s	0.055	0.59	1.13	2.26
Q bras gauche m ³ /s	0.05	0.58	1.04	1.91
Z amont m NGF	135.51	135.64	135.69	135.77
Z aval m NGF	135.18	135.42	135.55	135.73
Chute m	0.33	0.22	0.14	0.04
Hauteur critique m	0.09	0.23	0.29	0.37
Hauteur normale parement m	0.09	0.22	0.27	0.34
Existence d'un ressaut	Oui	Oui	Oui	Non
h1: h min parement m	0.09	0.23	0.29	
V1: V max parement m/s	0.83	1.31	1.52	1.62
Type de ressaut	Ressaut ondulé	Ressaut ondulé	Ressaut ondulé	Absence ressaut
Hauteur fosse aval m	0.42	0.67	0.79	0.98

Calcul des lignes d'eau sur le parement - Rampe de franchissement aval



Le tableau ci-après met en balance les variables hydrauliques d'intérêts avec les critères piscicoles retenus pour le cortège d'espèces considéré, en faisant la distinction entre les critères classiquement admissibles et reconnus pour:

- Le diagnostic de franchissement de seuils à parements inclinés (Guide ICE, ONEMA 2014) ;
- La conception de rampes d'enrochements appareillés franchissables par conception (Guide « Passes Naturelles », ONEMA 2009).

Les premiers critères sont moins pénalisants que les seconds. Ainsi un seuil diagnostiqué comme « franchissable » peut ne pas être considéré comme pleinement « fonctionnel » au sens de la conception d'un dispositif de franchissement dédié.

La rampe aval apparaît ainsi :

- **Totalement fonctionnelle pour l'ensemble des espèces considérées pour le régime médian et le régime moyen**, soit sur la période de novembre/décembre à avril/mai environ recouvrant une grande partie des périodes de migrations ;
- **Franchissable pour l'ensemble des espèces considérées en régime de hautes eaux annuelles, avec une fonctionnalité limitée toutefois pour les petites espèces** du fait des vitesses quelque peu élevées, le dépassement étant toutefois limité ($V_{max} = 1.6 \text{ m/s} > \text{limite admissible de } 1.5 \text{ m/s}$) ;
- Franchissable pour les petites espèces (anguille, loche de rivière, vandoise) en régime d'étiage mais non totalement fonctionnelle du fait des faibles tirants d'eau ;
- Non franchissable pour les grandes espèces (barbeau, brochet, hotu) en régime d'étiage du fait des trop faibles tirants d'eau.

D'une façon générale, l'ouvrage présente une fonctionnalité satisfaisante hormis en période d'étiage où la sélectivité piscicole est plus importante du fait des faibles tirants d'eau.

Ce point n'est pas forcément pénalisant dans la mesure où les déplacements migratoires, en dehors du cas particulier de l'anguille, sont plus classiquement observés en fin d'automne (truite fario), hiver (brochet) et printemps (holobiotiques rhéophiles), lorsque les débits du cours d'eau sont classiquement supérieurs au régime médian.

En ce qui concerne l'Anguille, le type d'ouvrage choisi à faible pente longitudinale et transversale est accessible à l'espèce, considérant la mise en place d'un fond rugueux et la présence permanente de zones à faibles tirants d'eau en bordure.

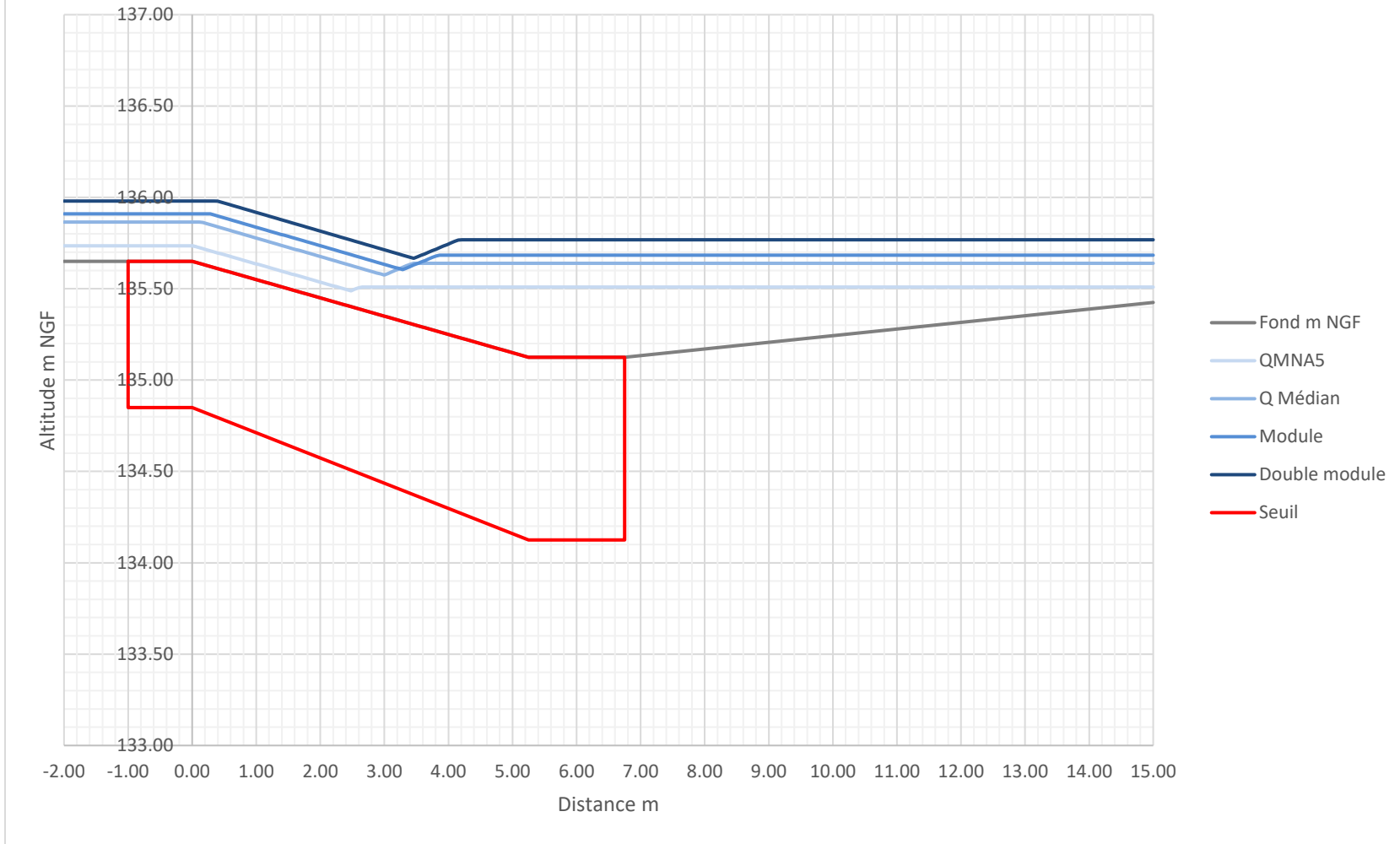
Franchissabilité piscicole - Espèces cibles sélectionnées									
Critères hydrauliques et piscicoles						QMNA5	Q Médian	Module	Double module
h1: h min avant ressaut m						0.09	0.23	0.29	0.34
V1: V max avant ressaut m/s						0.69	1.13	1.26	1.62
Distance à parcourir en amont du ressaut m						3.63	2.96	2.44	0.00
Hauteur fosse aval m						0.42	0.67	0.79	0.98
Hauteur fosse aval minimum m						0.10	0.10	0.10	0.10
Espèces	Groupe ICE	h min franchissement m	V max franchissement m/s	h min fonctionnalité par conception m	V max fonctionnalité par conception m/s	QMNA5	Q Médian	Module	Double module
Anguille européenne [jaune] (<i>Anguilla anguilla</i>)	11a	0.02	1.928	0.2	1.5	Non pleinement fonctionnel - Faible tirant d'eau	Fonctionnel	Fonctionnel	Non pleinement fonctionnel - Vitesse élevée
Barbeau fluviatile (<i>Barbus barbus</i>)	7a	0.1	3.25	0.2	2	Infranchissable - Tirant d'eau insuffisant	Fonctionnel	Fonctionnel	Fonctionnel
Brochet (<i>Esox lucius</i>)	5	0.15	4.25	0.2	3	Infranchissable - Tirant d'eau insuffisant	Fonctionnel	Fonctionnel	Fonctionnel
Hotu (<i>Chondrostoma nasus</i>)	7a	0.15	3.25	0.2	2	Infranchissable - Tirant d'eau insuffisant	Fonctionnel	Fonctionnel	Fonctionnel
Loche de rivière (<i>Cobitis taenia</i>)	9b	0.05	2.25	0.2	1.5	Non pleinement fonctionnel - Faible tirant d'eau	Fonctionnel	Fonctionnel	Non pleinement fonctionnel - Vitesse élevée
Truite de rivière [15-30] (<i>Salmo trutta</i>)	4b	0.05	3	0.2	3	Non pleinement fonctionnel - Faible tirant d'eau	Fonctionnel	Fonctionnel	Fonctionnel
Vandoise (<i>Leuciscus sp hors Idus</i>)	8d	0.05	2.75	0.2	1.5	Non pleinement fonctionnel - Faible tirant d'eau	Fonctionnel	Fonctionnel	Non pleinement fonctionnel - Vitesse élevée

Fonctionnement rampe de franchissement amont

Le tableau et la figure ci-après reportent les conditions hydrauliques qui s'établissent au droit de la rampe de franchissement amont pour la gamme de fonctionnement hydrologique visée (QMNA5 → Double module). L'écoulement apparaît dénoyé par l'aval en basses, moyennes et hautes eaux annuelles. Contrairement à la rampe de franchissement aval, le seuil ne s'ennoie que pour des conditions de crues. L'écoulement subit une accélération locale au passage de l'ouvrage (passage d'écoulement fluvial à torrentiel) et forme un ressaut de faible amplitude (ressaut ondulé) à la rencontre de l'écoulement fluvial en aval.

Régime hydrologique	QMNA5	Q Médian	Module	Double module
Q Total Thouet m ³ /s	0.055	0.59	1.13	2.26
Q OH m ³ /s	0.05	0.58	1.04	1.91
Z amont m NGF	135.74	135.87	135.91	135.98
Z aval m NGF	135.51	135.64	135.68	135.77
Chute m	0.23	0.23	0.23	0.21
Hauteur critique m	0.09	0.23	0.29	0.37
Hauteur normale parement m	0.09	0.22	0.27	0.34
Existence d'un ressaut	Oui	Oui	Oui	Oui
h1: h min parement m	0.09	0.22	0.28	0.36
V1: V max parement m/s	0.71	1.24	1.51	1.72
Type de ressaut	Ressaut ondulé	Ressaut ondulé	Ressaut ondulé	Ressaut ondulé
Hauteur fosse aval m	0.38	0.51	0.56	0.64

Calcul des lignes d'eau sur le parement - Rampe amont



Comme pour la rampe de franchissement aval, le tableau ci-après met en balance les variables hydrauliques d'intérêts avec les critères piscicoles retenus pour le cortège d'espèces considéré.

La rampe amont apparaît ainsi :

- **Totalement franchissable et fonctionnelle pour l'ensemble des espèces considérées pour le régime médian et le régime moyen et le régime de hautes eaux hivernales**, soit pour les situations hydrologiques les plus susceptibles d'être observées aux périodes de migrations ;
- Franchissable pour les petites espèces (anguille, loche de rivière, vandoise) en régime d'étiage mais non totalement fonctionnelle du fait des faibles tirants d'eau ;
- Non franchissable pour les grandes espèces (barbeau, brochet, hotu) en régime d'étiage du fait des trop faibles tirants d'eau.

D'une façon générale, l'ouvrage présente une fonctionnalité satisfaisante hormis en période d'étiage où la sélectivité piscicole est plus importante du fait des faibles tirants d'eau.

Ce point n'est pas forcément pénalisant dans la mesure où les déplacements migratoires, en dehors du cas particulier de l'anguille, sont plus classiquement observés en fin d'automne (truite fario), hiver (brochet) et printemps (holobiotiques rhéophiles), lorsque les débits du cours d'eau sont classiquement supérieurs au régime médian.

En ce qui concerne l'Anguille, le type d'ouvrage choisi à faible pente longitudinale et transversale est accessible à l'espèce, considérant la mise en place d'un fond rugueux et la présence permanente de zones à faibles tirants d'eau en bordure.

Franchissabilité piscicole - Espèces cibles sélectionnées									
Critères hydrauliques et piscicoles						QMNAS	Q Médian	Module	Double module
h1: h min avant ressaut m						0.09	0.22	0.28	0.36
V1: V max avant ressaut m/s						0.68	1.13	1.26	1.43
Distance à parcourir en amont du ressaut m						2.54	3.06	3.34	3.52
Hauteur fosse aval m						0.38	0.51	0.56	0.64
Hauteur fosse aval minimum m						0.10	0.10	0.10	0.10
Espèces	Groupe ICE	h min franchissement m	V max franchissement m/s	h min fonctionnalité par conception m	V max fonctionnalité par conception m/s	QMNAS	Q Médian	Module	Double module
Anguille européenne [jaune] (<i>Anguilla anguilla</i>)	11a	0.02	1.928	0.2	1.5	Non pleinement fonctionnel Faible tirant d'eau	Fonctionnel	Fonctionnel	Fonctionnel
Barbeau fluviatile (<i>Barbus barbus</i>)	7a	0.1	3.25	0.2	2	Infranchissable - Tirant d'eau insuffisant	Fonctionnel	Fonctionnel	Fonctionnel
Brochet (<i>Esox lucius</i>)	5	0.15	4.25	0.2	3	Infranchissable - Tirant d'eau insuffisant	Fonctionnel	Fonctionnel	Fonctionnel
Hotu (<i>Chondrostoma nasus</i>)	7a	0.15	3.25	0.2	2	Infranchissable - Tirant d'eau insuffisant	Fonctionnel	Fonctionnel	Fonctionnel
Loche de rivière (<i>Cobitis taenia</i>)	9b	0.05	2.25	0.2	1.5	Non pleinement fonctionnel Faible tirant d'eau	Fonctionnel	Fonctionnel	Fonctionnel
Truite de rivière [15-30] (<i>Salmo trutta</i>)	4b	0.05	3	0.2	3	Non pleinement fonctionnel Faible tirant d'eau	Fonctionnel	Fonctionnel	Fonctionnel
Vandoise (<i>Leuciscus sp hors Idus</i>)	8d	0.05	2.75	0.2	2	Non pleinement fonctionnel Faible tirant d'eau	Fonctionnel	Fonctionnel	Fonctionnel

3.10. CONFORTEMENT DES BERGES DANS L'ENVIRONNEMENT PROCHE DES RAMPES D'ENROCHEMENTS

Dans le cadre du programme de travaux, il apparaît utile de conforter les berges dans l'environnement proche des rampes de franchissement en enrochements compte tenu des matériaux meubles en présence et en vue d'éviter le développement d'une érosion pouvant entraîner la dégradation voire le contournement à terme des ouvrages.

La technique employée pourra s'apparenter à celle décrite pour la protection de la partie basse de berge préconisée en rive droite amont sur un linéaire de **80 m**, à savoir une protection de berge en enrochements libres appareillés, celle-ci pouvant alors s'établir jusqu'en sommet de berge.

D'une façon générale, ces protections prendront la forme de courts cordons d'enrochements venant s'ancrer progressivement en rive depuis leur point de raccordement amont ou aval avec les ouvrages.

Ces protections s'apparenteront à des cordons linéaires de plus grande longueur:

- En rive gauche amont de la rampe de franchissement aval, au droit de la zone courbe du cours d'eau, compte tenu des contraintes érosives attendues plus importantes à ce niveau (intrados de méandre) ;
- En rive droite amont de la rampe de franchissement amont, en raccordement avec le déversoir de décharge rive droite, de façon à former un ouvrage d'ensemble cohérent et stable.

Ces protections seront développées sur un linéaire de **85 m** environ en dehors de l'emprise stricte des rampes d'enrochements.

Les critères de conception et modalités de mise en œuvre sont les mêmes que celles décrites au paragraphe 3.8.1.

3.11. PASSERELLE PIETONNE

Une passerelle piétonne, en remplacement de la passerelle technique existante, sera mise en place afin de rétablir la continuité piétonne avec le franchissement aval du bras rive droite.

3.12. REALISATION DES TRAVAUX

Les travaux nécessiteront l'enchaînement des différentes phases ci-après.

- 1. Vidange progressive et complète du plan d'eau par ouverture progressive des vannes
 - o Opération à prévoir en hiver sur 2-3 semaines maximum (1^{er} février au plus tard en l'absence de crues) ;
- 2. Période d'attente pour le ressuyage de la masse sédimentaire, de l'ordre de 7 mois minimum, jusqu'à obtention d'une portance suffisante pour permettre l'intervention des engins, au besoin la poursuite des travaux sera reportée à l'année suivante,
- 3. Arasement partiel du déversoir rive droite et reconstitution du parement ;
- 4. Terrassement dans la retenue en amont des rampes d'enrochements à créer pour constitution du nouveau lit depuis l'aval en remontant vers l'amont :
 - o Terrassement en déblais et régalaie des matériaux excavés sur une faible épaisseur homogène en rive gauche au niveau des terrains exondés ;
 - o Reconstitution du matelas alluvial par recharge en granulats ;
 - o Opération à réaliser de l'aval vers l'amont ;
- 5. Végétalisation des rives du nouveau lit ;
- 6. Confortement de la berge de rive droite sur 80 m environ ;
- 7. Mise en place d'un batardeau provisoire en amont immédiat des rampes d'enrochements à créer et dérivation temporaire des écoulements vers le bras droit par surverse au niveau du déversoir de décharge rive droite préalablement arasé ;
- 8. Démontage des vannes et démantèlement du génie civil de l'ouvrage actuel sur le bras gauche ;

- 9. Mise en place des rampes d'enrochements appareillés et protection des berges dans leur environnement proche ;
- 10. Travaux sur le gué existant en queue de retenue
 - o Réagencement des blocs pour former une à deux voies d'eaux principales ;
 - o Recharge en granulat en contre pente amont pour faciliter le colmatage du massif et limiter les fuites au travers;
- 11. Travaux sur le ruisseau du Coteau :
 - o Exhaussement du radier naturel en aval proche du radier du pont de la D133 par recharge en granulats

Les travaux nécessiteront obligatoirement de travailler en période d'étiage afin de minimiser les batardeaux provisoires pour la réalisation des travaux sur berge et dans le lit.

Les accès (voir schéma ci-dessous) se feront depuis la RD 133, avec aménagement d'un gué sur le bras droit, et depuis l'avenue de la Vernière. Les terrains traversés sont propriété de la Commune du Tallud.

● Réseaux présents

Les travaux tiendront compte des réseaux présents (voir Figure 2 - Plans de localisation des aménagements)

Réseau d'assainissement :

Le réseau d'assainissement au droit du site est en cours de réhabilitation par la Communauté de Communes Parthenay-Gâtine (CCPG). Il comprend (voir figure 2, page 13) :

- Canalisation d'eaux usées, longeant le site en rive gauche, et passant à travers l'ancrage de rive gauche du seuil vanné existant, une attention particulière y sera portée lors de la déconstruction de ce seuil,
- Nouvel exutoire eaux pluviales prévu par la Communauté de Communes en rive gauche en amont de l'actuel seuil vanné. Cet exutoire était prévu au stade EXE (plan communiqué par la CCPG au SMVT le 18/8/2017) à environ à 20 mètres du seuil existant. Cependant, la Communauté de Communes nous a indiqué lors d'un entretien téléphonique le 8/9/2017 que la position de cet exutoire sera décalée plus en amont. Le plan de récolement donnant la position finale de cet exutoire, non disponible à ce jour, devra être obtenu auprès de la CCPG lors du stade PRO. L'exutoire devra le cas échéant être prolongé et la tête de buse repositionnée au niveau du nouveau lit.

Réseaux pour l'alimentation en eau potable :

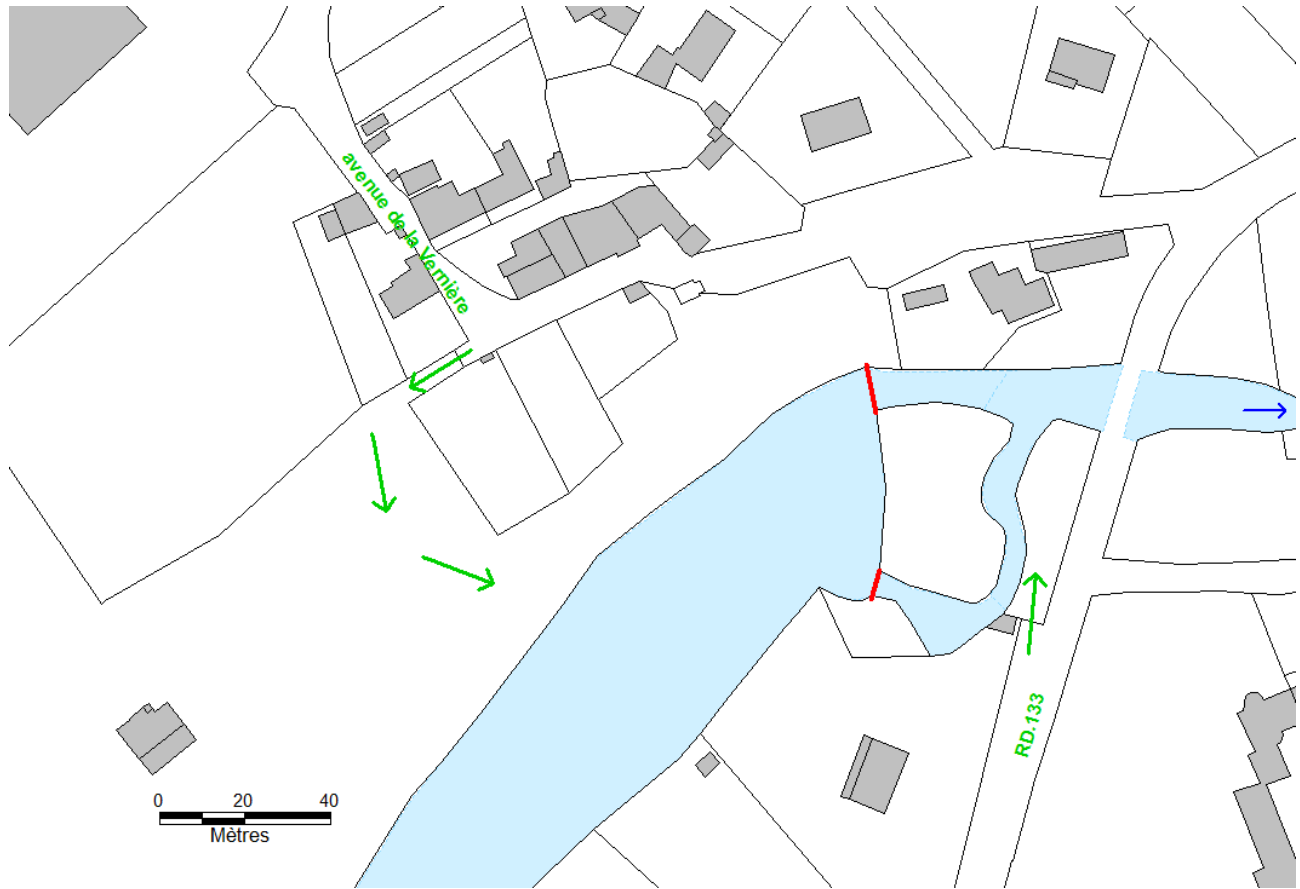
Le Maître d'ouvrage de ces réseaux est le Syndicat Mixte des Eaux de Gâtine (SMEG). Ils comprennent (voir figure 2, page 13) :

- Une canalisation d'eau brute de diamètre 225 mm, traversant le Thouet à 40 mètres en amont de la confluence du ruisseau du Coteau.
- Une canalisation d'eau potable de diamètre 125 mm traversant le Thouet au lieu-dit Le Pont à environ 10 mètres de la chaussée de Pont.

Les traversées de ces deux canalisations se situent donc en dehors de la zone de travaux du nouveau lit, et à l'écart de l'ancien gué.

Le plan transmis par le SMEG ne mentionne aucune information altimétrique ou de profondeur au droit de ces traversées. Le SMEG ne dispose pas de ces informations. Interrogée également, la CCPG qui était maître d'ouvrage à l'époque des travaux de réalisation (vers 2008) n'a pas ces données. Une reconnaissance préliminaire au stade PRO devra être conduite pour déterminer la profondeur de ces réseaux sous le lit du Thouet.

Accès au site d'Empince

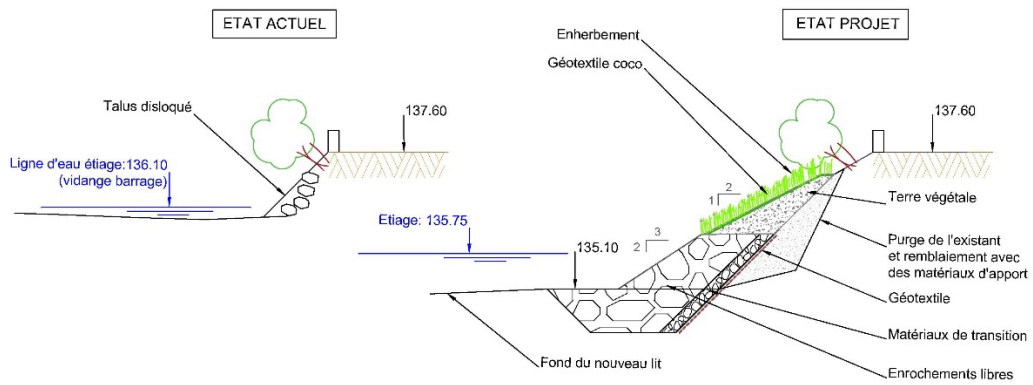


..

Déchaussement de la berge de rive droite et type de confortement proposé



Berge déchaussée en rive droite (parcelle 41)



4. IMPACT DES AMENAGEMENTS

4.1. INCIDENCES HYDRAULIQUES

● Régimes ordinaires et de basses eaux :

Le remplacement du plan d'eau par un lit proche de l'état naturel modifie fondamentalement les conditions d'écoulement, avec des niveaux d'eau abaissés et des vitesses d'écoulement augmentées :

Etat aménagé : vitesses d'écoulement en régimes ordinaires

	Bief d'Empinco		
	Etiage QMNA5 0.055 m ³ /s	Module 1.1 m ³ /s	2*Module 2.2 m ³ /s
Résultats à Empinco (parcelle 41)			
Cote d'eau à Empinco (parcelle 41) (m NGF)	135.74	135.91	135.98
Abaissement par rapport à l'état actuel (m) (*)	-1.46	-1.41	-1.42
Hauteur d'eau moyenne (m)	~ 0.7	~ 1	~ 1.1
Vitesse moyenne (m/s)	< 0.1	0.1 à 0.5	0.2 à 0.6
Résultats à Empinco sur faciès radier (en aval de parcelle 41)			
Hauteur d'eau moyenne (m)	~ 0.1	~ 0.3	~ 0.4
Vitesse moyenne (m/s)	~ 0.3	~ 0.8	~ 1
Résultats à Pont			
Cote d'eau transect 11 (30 m en aval de la chaussée) (m NGF)	136.53	136.70	136.78
Cote d'eau au pied de la chaussée (extrapolation, m.NGF)	136.83	137.00	137.08
Abaissement au pied de la chaussée par rapport à l'état actuel (m) (*)	-0.37	-0.32	-0.33
Hauteur d'eau moyenne (m)	0.1 à 0.3	0.2 à 0.5	0.3 à 0.7
Vitesse moyenne (m/s)	0.1 à 0.3	0.2 à 0.6	0.6 à 0.7
Répartition des débits			
Débit dans le bras gauche (m ³ /s)	0.055	1.0	0.3
Débit dans le bras droit (m ³ /s)	0	0.1	1.9
Surverse sur flot	0	0	0

Remarque :

A Pont, les résultats sont calculés au niveau du premier relevé topographique disponible : transect 11, situé 30 mètres en aval de la chaussée. Au pied de la chaussée de Pont, les résultats sont estimés à l'aide d'une extrapolation des relevés topographiques disponibles. Les valeurs d'abaissement du niveau d'eau ainsi obtenues, de l'ordre de 0.30 à 0.40 m, sont cohérentes avec les observations faites sur le terrain le 7/7/2016 lors des manœuvres d'ouverture des vannes.

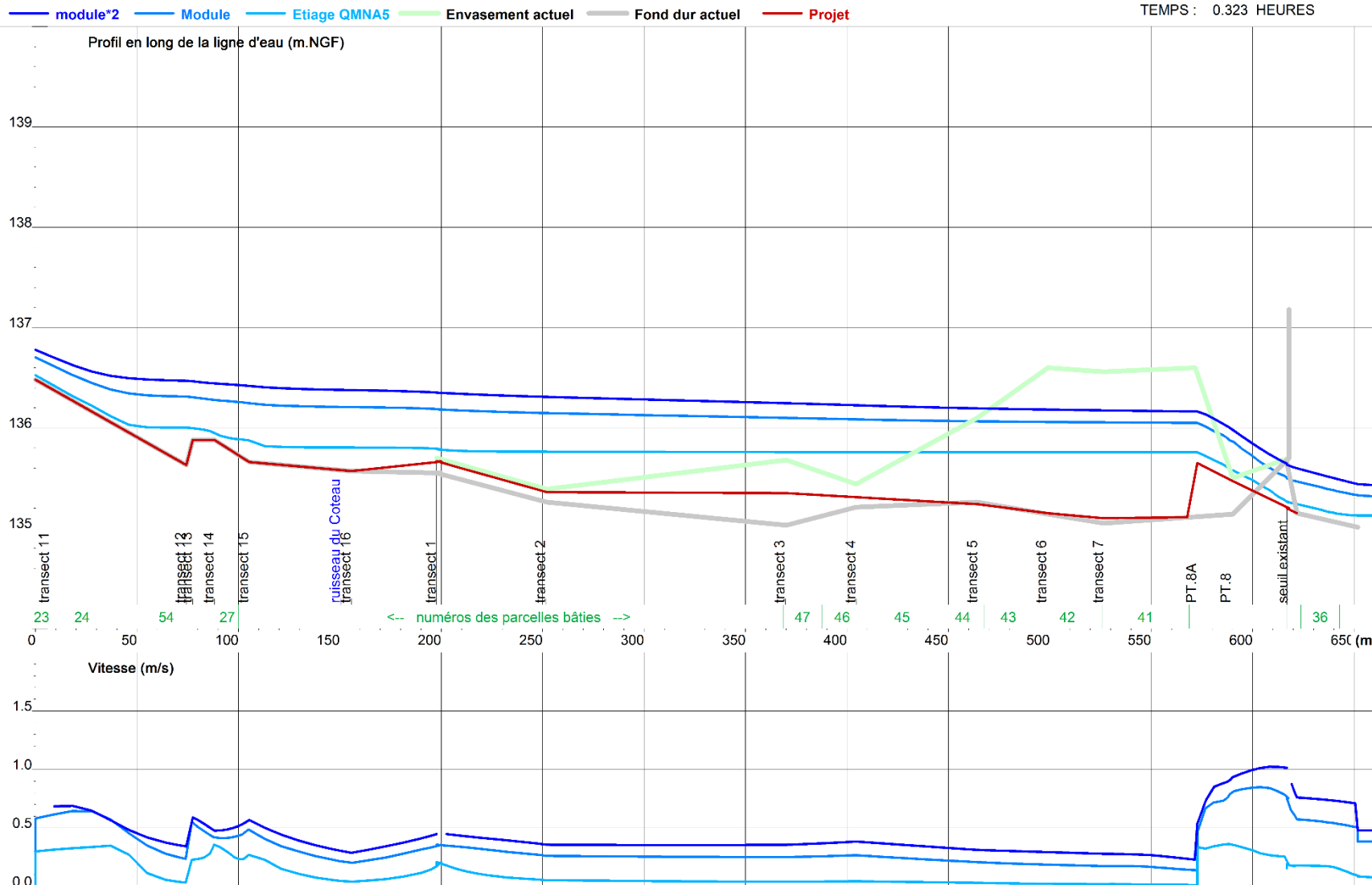
Le graphique page suivante donne les profils en long des lignes d'eau et vitesses d'écoulement pour ces régimes.

Le Tallud - Site d'Empince

Avant-projet

Profil en long des lignes d'eau ordinaires à l'état aménagé

TEMPS : 0.323 HEURES



● Régimes de crues

Pour la crue de période de retour 2 ans, correspondant approximativement à la crue morphogène, l'aménagement permet un abaissement fort du niveau d'eau, de l'ordre de 1 m.

La crue centennale de référence du PPRI n'a pas pu être simulée, car elle nécessite de disposer des relevés en lit majeur. Cependant les aménagements ne sont pas de nature à induire d'effets négatifs :

- La suppression du seuil d'Empince de rive droite, et l'arasement de celui de rive gauche, constituent une suppression d'obstacles à l'écoulement des crues.
- Le réaménagement d'un nouveau lit dans la masse sédimentaire existante modifie la forme des sections d'écoulement sans impacter la capacité d'écoulement en situation de crue.

● Arasement partiel du déversoir du bras droit

L'arasement du déversoir de décharge à la cote de 135.87 m NGF permet son activation et donc l'alimentation du bras droit dès que le débit du Thouet atteint le régime médian, soit en moyenne 6 mois par an.

Les conditions d'écoulement jusqu'au débit médian ne sont pas modifiées par cet arasement. Les conditions d'écoulement pour la crue de période de retour 2 ans sont incluses dans le tableau ci-dessous.

- Etat aménagé : hauteurs et vitesses d'écoulement en régimes de crue

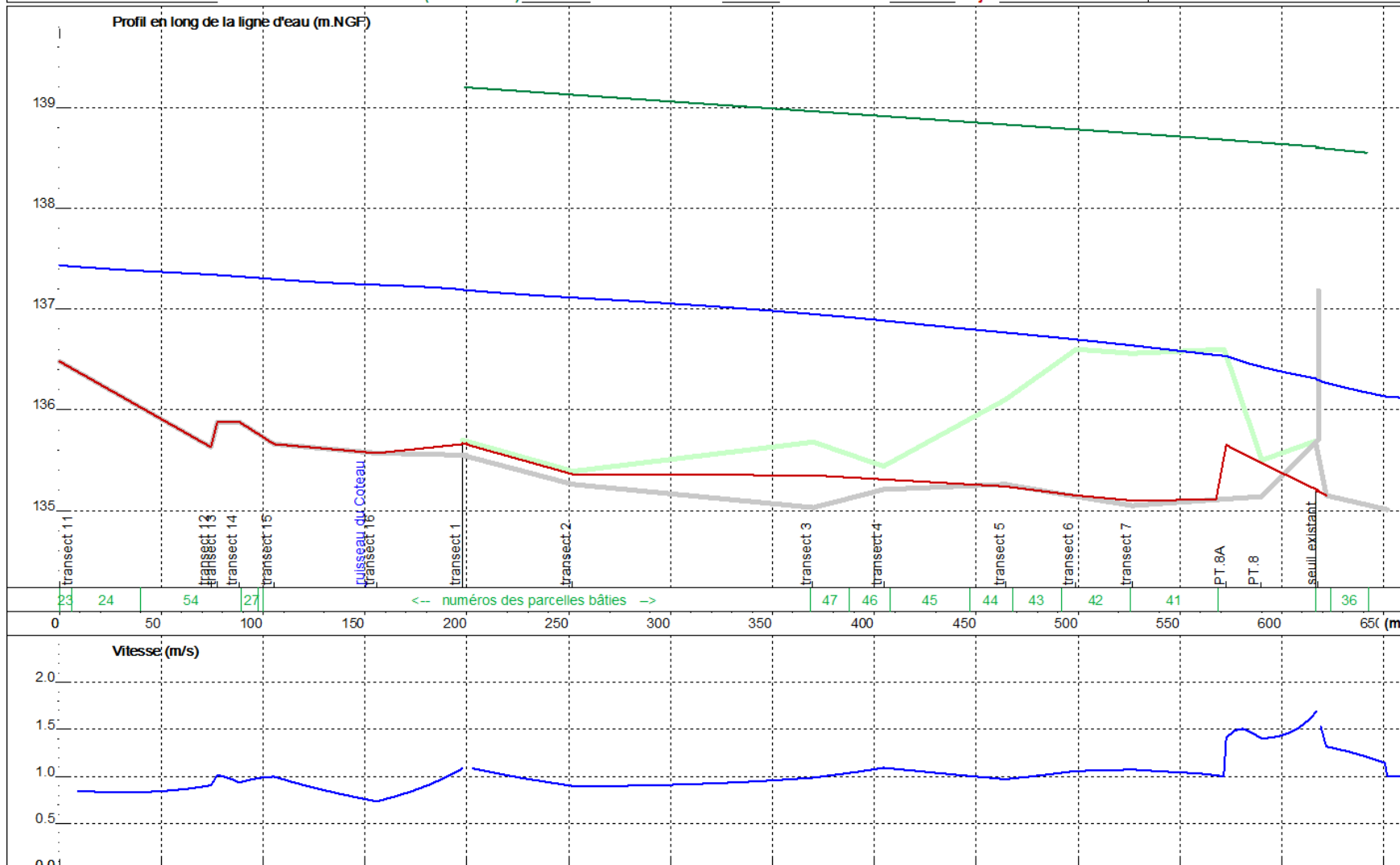
	<i>seui bras droit arasé à 135.87 m.NGF</i>
	<i>Crue 2 ans 16 m³/s</i>
Résultats à Empince (parcelle 41)	
Cote d'eau à Empince (parcelle 41) (m NGF)	136.53
Abaissement par rapport à l'état actuel (m)	-1.11
Hauteur d'eau moyenne (m)	~ 2
Vitesse moyenne (m/s)	~ 1
Résultats à Empince sur faciès radier (en aval de parcelle 41)	
Hauteur d'eau moyenne (m)	~ 1
Vitesse moyenne (m/s)	1 à 2
Résultats à Pont (transect 11)	
Cote d'eau à Pont (m NGF)	137.42
Abaissement par rapport à l'état actuel (m)	-0.33
Hauteur d'eau moyenne (m)	1 à 2
Vitesse moyenne (m/s)	~ 1
Répartition des débits	
Débit dans le bras gauche (m ³ /s)	11.0
Débit dans le bras droit (m ³ /s)	5.0
Surverse sur îlot	0

Le Tallud - Site d'Empince

Avant-projet

Profil en long des lignes d'eau de crue à l'état aménagé

— crue 2 ans
 — Niveaux de référence du PPRI (crue 100 ans)
 — Envasement actuel
 — Fond dur actuel
 — Projet
 TEMPS : 0.400 HEURES



4.2. INCIDENCES HYDROGÉOMORPHOLOGIQUES

Le linéaire hydrauliquement contrôlé aujourd'hui disparaît ; le taux d'étagement de la masse d'eau passe de 30 % à 28,5 % (gain d'1,5 %)

Le scénario va améliorer le fonctionnement hydromorphologique du Thouet et se rapprocher de l'état naturel (profil, habitats lotiques diversifiés) sur environ 650 mètres ainsi que sur la partie aval du ruisseau du Coteau (160 m). La restauration morphologique envisagée, avec le maintien d'une certaine profondeur d'eau dans l'ancien plan d'eau, n'est pas la plus ambitieuse sur le plan technique mais permet de concilier l'amélioration de la qualité écologique, le maintien des usages et la prise en compte des attentes des propriétaires.

L'augmentation des vitesses d'écoulement en situation ordinaire se traduira par une diversification relative des faciès d'écoulement sur le secteur, plus ou moins marquée selon le régime de débit, avec quelques radiers, plats courants ou profonds mais aussi des mouilles :

- Pour l'étiage QMNA5, on note un faciès de type plat profond / mouille subsistant sur une grande partie du bief, entre la confluence du ruisseau du Coteau et le site des ouvrages existants, avec des vitesses d'écoulement restant généralement inférieures à 0,1 m/s ; les diversifications sont limitées au radier prévu à hauteur des ouvrages existants, et à la queue de la retenue actuelle,
- Pour les régimes module et double du module, la diversification est plus nette, avec des vitesses d'écoulement variant de 0,2 à 0,6 m/s sur la majeure partie du bief.

Le projet permet une très bonne diversification des faciès sur le ruisseau du Coteau sur les 150 derniers mètres de son cours, actuellement soumis à l'influence de l'ouvrage existant avec une alternance plus forte de faciès lotiques : radiers et plats courants. Le radier du pont de la RD 133 deviendrait infranchissable à l'étiage en l'état en raison d'une lame d'eau trop faible (tout au plus de quelques centimètres, et d'une chute dénoyée de 0,1 m à l'aval). L'aménagement prévu permet de rétablir la franchissabilité.

Les berges seront reprofilées en pente douce jusqu'au lit d'étiage. Ce dernier pourra subir des évolutions de son tracé et de son profil en long liées à la reprise du transport solide après effacement partiel de l'ouvrage.

Sur le cours principal du Thouet à environ 100 mètres en amont de l'embouchure du ruisseau du Coteau, un seuil en enrochements libres de hauteur de chute de 0,30 mètre environ est dénoyé, et difficilement franchissable à l'étiage en l'état ; ce seuil est conservé et le réagencement des blocs le rendra franchissable.

La chaussée du moulin du pont plus à l'amont est impactée avec une augmentation de sa hauteur de chute. Pour les régimes ordinaires, le niveau d'eau en aval de cet ouvrage est abaissé d'environ 0,30 à 0.40 m.

4.3. INCIDENCES HYDROGÉOLOGIQUES

L'aménagement devrait avoir peu d'incidences compte tenu de l'absence de véritable nappe d'accompagnement (vallée encaissée dans les formations granitiques).

Les incidences sont limitées à une baisse de l'hydromorphie des sols et à une baisse possible des niveaux dans les puits existants sur les parcelles de rive droite (voir incidences sur les usages, ci-dessous).

4.4. INCIDENCES ÉCOLOGIQUES

Les incidences écologiques du projet sont les suivantes :

● Sur le milieu physique et les espèces

- Le caractère lotique ou semi lotiques des écoulements va limiter l'impact du réchauffement de l'eau, favoriser son oxygénation et améliorer ses capacités épuratoires. Un gain sur la qualité de l'eau est donc attendu, gain qui ne pourra qu'être favorable aux différentes espèces patrimoniales présentes sur le coteau (écrevisse à pattes blanches, lamproie de planer, chabot).

- Le projet va également se traduire par une diversité accrue des faciès et des habitats avec un gain important sur les fonctionnalités piscicoles, notamment pour les espèces attendues en tête de bassin (espèces d'eaux vives).
- Gain sur la circulation des espèces d'intérêt communautaire du site Natura 2000 et l'accomplissement de leur cycle de vie.
- Amélioration de la qualité et de la quantité des habitats favorables à l'Agrion de mercure.
- Le scénario va améliorer significativement la note REH sur les compartiments ligne d'eau, lit mineur, continuité et annexe.
- A court terme et de manière temporaire, incidence négative possible sur l'alimentation en eau de la ripisylve existante dans la zone de remous actuelle (stress hydrique). Le cas échéant, des mesures compensatoires pourront être mises en œuvre.

● Sur la circulation piscicole

- Rétablissement de la circulation piscicole et astacicole notamment pour les espèces autochtones protégées du site Natura 2000 : chabot, lamproie de planer, écrevisses à pattes blanches. Reconnexion du réseau hydrographique du site Natura 2000.
- Linéaire et habitats supplémentaires accessibles par les espèces cibles :
 - o Environ 650 m sur le Thouet, dans la mesure où un radier franchissable est prévu au niveau du seuil en enrochements situé en amont de l'embouchure du ruisseau des coteaux,
 - o Accès total au ruisseau du Coteau (linéaire supérieur à 10 km).
- En revanche, la hauteur de chute au droit de la chaussée de Pont sera augmentée d'environ 0,30 à 0,40 m.
- Ce dernier ouvrage (chaussée de Pont) présente actuellement une hauteur de chute de 1,60 m et est classé difficilement franchissable par l'anguille.

● Transit sédimentaire

- Amélioration significative du transport sédimentaire, qui restera toutefois limité aux matériaux les plus fins en régime d'étiage en raison de la mouille de profondeur 0.7 m environ maintenue au droit des ouvrages supprimés.

4.5. INCIDENCES SUR LES USAGES

4.5.1. Puits à usage privé

Les riverains des parcelles 41, 42, 43, 44 et 45 (voir Figure 3, page 21) ont été rencontrés le 7/7/2016. Les riverains des parcelles 41 et 45 n'ont pas souhaité que nous accédions à leur parcelle.

Les parcelles 41, 42 et 43 disposent d'un puit. Ces puits sont utilisés essentiellement pour des usages extérieurs :

- Parcelles 42 et 43 : arrosage des fleurs,
- Parcelle 41 : arrosage des pelouses, lavage véhicule, et usages sanitaires éventuellement.

Nous avons relevé les données suivantes sur les puits des parcelles 42 et 43 :

	Parcelle 42	Parcelle 43
Niveau de l'eau sous le terrain naturel:	-1.25 m	-0.77 m
Toit de la vase par rapport au terrain naturel	-1.95 m	-1.47 m
Fond par rapport au terrain naturel	-2.15 m	-1.75 m

On note que les deux puits présentent des caractéristiques similaires, avec notamment une hauteur d'eau disponible de 0,70 m, et un envasement de 0,20 à 0,30 m. Leur alimentation peut être en relation avec le niveau du Thouet, mais aussi avec les écoulements issus des ruissellements et infiltrations du versant.

Le propriétaire de la parcelle 41 n'a pas souhaité que nous relevions son puits. Il indique disposer suffisamment d'eau toute l'année.

Un risque d'assèchement des puits des riverains est possible, mais est difficile à évaluer sans éléments précis sur l'hydrogéologie locale.

4.5.2. Usages récréatifs (pêche)

Une AAPPMA est présente sur le secteur d'étude (président : Patrice Guittard). La pêche est pratiquée sur le Thouet au niveau du plan d'eau d'Empince depuis la rive gauche, en ciblant les espèces d'eaux calmes.

L'envasement notable du plan d'eau en berges et la faible profondeur disponible ont néanmoins tendance à limiter de plus en plus cette pratique, en la déplaçant vers l'amont de la zone d'influence, là où les profondeurs sont suffisantes.

La pratique de la pêche en eau calme impliquera son déplacement vers l'aval, face aux parcelles 41 à 61.

Les mouilles créées présenteront une profondeur d'environ 70 à 80 cm en période estivale et permettront localement de conserver des habitats lenticules favorables aux espèces d'eaux calmes. Ainsi, l'aménagement global du site garantit d'une part la pérennité des modes de pêche tels qu'ils sont pratiqués actuellement notamment en rive gauche et au droit des parcelles privées en rive droite, mais aussi leurs diversifications puisque les quelques zones plus courantes (radiers) vont être colonisées par des espèces d'eaux vives nécessitant l'emploi de techniques différentes, depuis la rive gauche.

4.5.3. Usages agricoles

Il existe des prairies pâturées (élevages ovins) riveraines du ruisseau du Coteau en amont du pont de la route D133. On note l'absence de clôtures sur les 2 berges, mais très peu de divagations du bétail sont indiquées par les exploitants. L'effacement n'aura une incidence que sur les 40 derniers mètres des prairies pâturées, abaissement compensé par l'aménagement du radier en aval du pont de la D133. L'aménagement de clôtures n'est donc pas prévu dans l'immédiat, mais pourra être réalisé selon la situation constatée après les travaux.

4.5.4. Réseaux présents

Les réseaux présents sont mentionnés au paragraphe 3.12 et reportés sur la Figure 2 - Plans de localisation des aménagements.

Réseau d'assainissement :

Le réseau d'assainissement au droit du site est en cours de réhabilitation par la Communauté de Communes Parthenay-Gâtine (CCPG). Il comprend:

- Canalisation d'eaux usées, longeant le site en rive gauche, et passant à travers l'ancrage de rive gauche du seuil vanné existant, le projet n'a pas d'incidence sur cette canalisation, seule une attention particulière doit y être portée lors de la déconstruction de ce seuil,
- Nouvel exutoire eaux pluviales prévu par la Communauté de Communes en rive gauche en amont de l'actuel seuil vanné. La position exacte et définitive de cet exutoire n'est actuellement pas connue (voir page 80). Le plan de récolement donnant la position finale de cet exutoire, non

disponible à ce jour, devra être obtenu auprès de la CCPG lors du stade PRO. L'exutoire devra le cas échéant être prolongé et la tête de buse repositionnée au niveau du nouveau lit.

Réseaux pour l'alimentation en eau potable :

Le Maître d'ouvrage de ces réseaux est le Syndicat Mixte des Eaux de Gâtine (SMEG). Ils comprennent:

- Une canalisation d'eau brute de diamètre 225 mm, traversant le Thouet à 40 mètres en amont de la confluence du ruisseau du Coteau.
- Une canalisation d'eau potable de diamètre 125 mm traversant le Thouet au lieu-dit Le Pont à environ 10 mètres de la chaussée de Pont.

Le plan transmis par le SMEG ne mentionne aucune information altimétrique ou de profondeur au droit de ces traversées. Le SMEG ne dispose pas de ces informations. Interrogée également, la CCPG qui était maître d'ouvrage à l'époque des travaux de réalisation (vers 2008) n'en dispose également pas.

Une reconnaissance au stade PRO devra être réalisée pour déterminer la profondeur de ces canalisations sous le lit du Thouet. Cependant, compte tenu des vitesses restant modérées en conditions ordinaires (inférieures à 0,7 m/s) et de l'ordre de 1 m/s en crue, on n'attend pas d'érosion régressive de nature à mettre en cause la stabilité de ces conduites.

4.6. INCIDENCES SUR LE FONCIER

Le reprofilage proposé pour le lit du Thouet est situé le long de la rive droite et n'affecte pas le parcellaire de cette rive. Seul le tracé de la rive gauche est modifié ; cette rive est propriété de la Commune du Tallud.

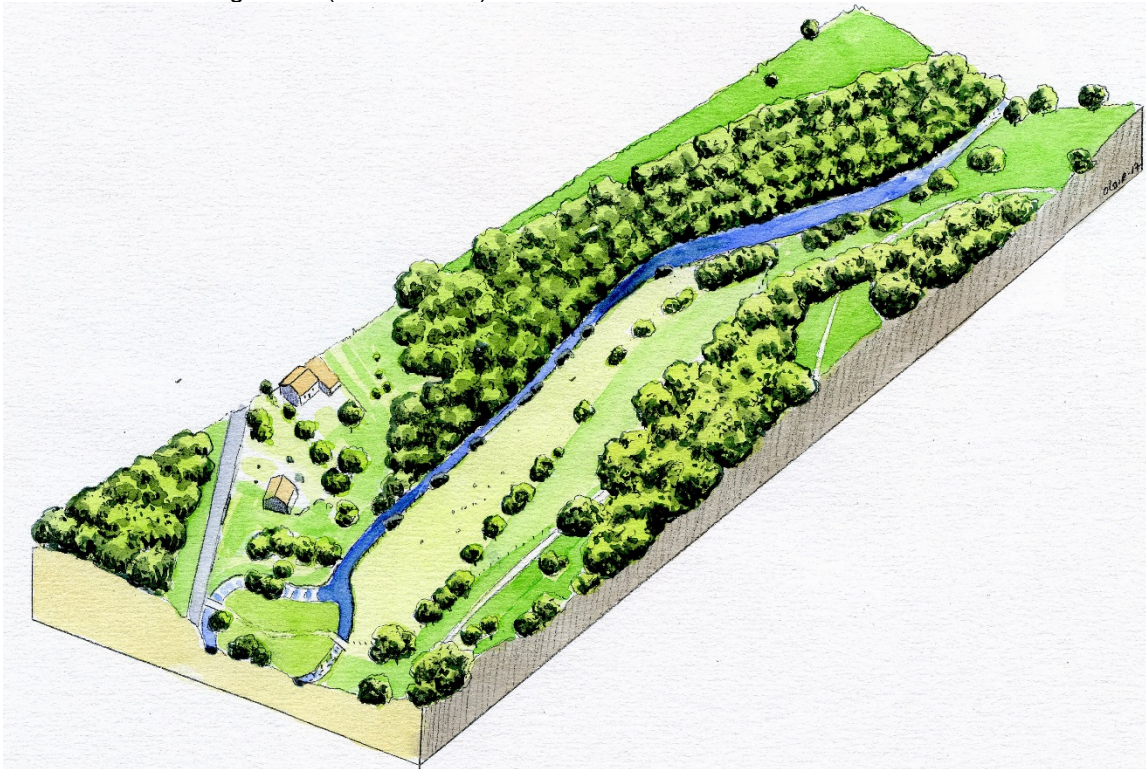
4.7. INCIDENCES SUR LES ASPECTS PAYSAGERS ET ARCHITECTURAUX

4.7.1. Aspects paysagers

Le scénario modifie profondément le paysage : le plan d'eau actuel dont la largeur atteint 50 mètres laisse la place à un lit ayant une largeur de plein bord de 10 à 15 mètres, avec un lit d'étiage emboîté de largeur 5 mètres. Le nouveau lit s'inscrit dans la continuité des caractéristiques locales du Thouet en aval ou plus en amont du site.

Des esquisses paysagères du site aménagé sont données sur les deux pages suivantes. Ces esquisses n'ont pas vocation à être une représentation fine des aménagements prévus, pour laquelle on se référera aux plans donnés en annexe.

Vue aérienne de l'aménagement (Olivier LOIR)



Vue amont de l'aménagement (Olivier LOIR)



Vue aval de l'aménagement (Olivier LOIR)



4.7.1. Aspects architecturaux

Sur le plan architectural, l'incidence peut être considérée comme faible : l'ouvrage supprimé est un ouvrage relativement récent (années 70) et sans intérêt architectural, totalement différent de la chaussée antérieure qui a disparu. Le seuil existant en rive gauche se trouve à 480 mètres de l'église classée du Tallud : l'avis de la DRAC devra être sollicité.

5. MESURES D'ACCOMPAGNEMENT ET COMPENSATOIRES

5.1. MESURES COMPENSATOIRES PERMANENTES

5.1.1. Sur la ripisylve

Un accompagnement spécifique de la ripisylve doit être prévue sur la zone d'étude, en particulier dans l'ancienne zone d'influence des ouvrages d'Empince. Une action préventive et / ou curative est envisagée sur les arbres menacés de déstabilisation ou ayant basculé. Notons qu'il faudra évaluer au cas par cas l'intérêt d'une intervention puis le cas échéant sa nature. Dans certaines situations, la conservation de l'arbre tombé pourra ainsi être privilégiée si celui-ci permet, par exemple, une diversification de l'habitat, mais sous condition de l'absence d'impact négatif sur le milieu et les usages.

● Restauration de la ripisylve : abattage et élagage / recépage

Afin d'éviter une banalisation et une uniformisation du milieu, ces opérations devront si possible être réalisées plutôt de manière sélective. Les travaux doivent s'appuyer sur les concepts suivants :

- avoir le souci permanent de n'intervenir que lorsque cela est réellement utile : ne pas abattre un arbre dépérissant ou mort lorsqu'il ne représente pas un réel danger d'embâcle gênant puisqu'il constitue potentiellement un lieu de refuge pour la faune : pics, coléoptères saproxylophages,
- améliorer l'état de la ripisylve : dégager les jeunes plants, favoriser les espèces efficaces dans la consolidation des berges (l'aulne, le frêne et le chêne), favoriser les espèces qui procurent une ressource alimentaire pour la faune (aubépine, églantier, cornouiller, fusain, prunelier...).

● Plantation de la ripisylve

Cette action constitue un type d'intervention permettant en premier lieu d'améliorer la stabilité morphologique du cours d'eau et plus particulièrement de ses berges. Elle peut en outre également répondre à l'absence d'ombrage.

Suite à l'abaissement de la ligne d'eau, certains linéaires en rive gauche vont se retrouver à nu. Les plantations auront alors un double objectif : accompagner la recolonisation naturelle de la végétation sur les habitats de bordures et accompagner l'évolution paysagère du site.

● Reconversion des peupliers :

Les peupliers vieillissants, instables et très proche du cours d'eau localisés en aval de la confluence avec le Coteau sur environ 120 m en rive droite, seront abattus. Une nouvelle ripisylve pourra alors être replantée.

Outre l'inaptitude du système racinaire des peupliers à assurer une bonne protection mécanique des berges vis-à-vis de l'érosion hydraulique, cette proximité peut être regrettée en raison de son impact potentiel sur l'hydrosystème : mauvaise qualité nutritive des litières formées par les feuilles de peupliers, acidification potentielle des sols, apports éventuels de substances indésirables (pesticides notamment) utilisées pour l'exploitation des parcelles, risque d'apport en embâcle (casé suite à une tempête).

Cette action de reconversion est destinée à réduire les désordres écologiques imputables aux plantations indésirables trop proches du Thouet, à optimiser leur fonction de corridor écologique et à renforcer le rôle de filtre biologique joué par la végétation de bordure.

Ajoutons qu'il est également envisageable de ne procéder à aucune plantation de bordure suite à l'abattage des peupliers mais de seulement favoriser la recolonisation de l'espace libéré par une végétation ligneuse

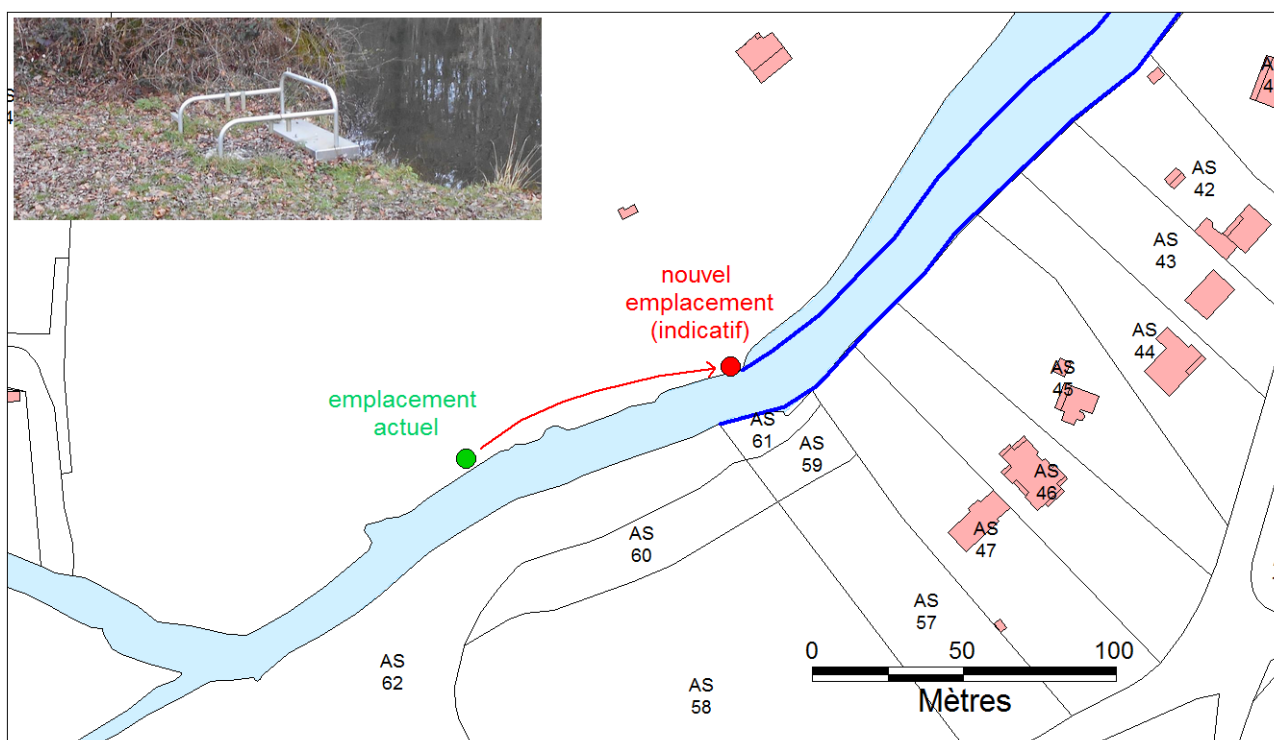
spontanée, l'intervention de l'aménageur se limitant, le cas échéant, à vérifier l'absence d'espèces indésirables au sein de cette végétation spontanée.

5.1.2. Puits à usage privé

Un risque d'assèchement des puits des riverains est possible, mais difficile à évaluer sans éléments précis sur l'hydrogéologie locale. En fonction des observations après réaménagement du site, le pompage pourra au besoin être envisagé directement dans le cours d'eau, qui conserve un faciès mouille au droit des parcelles concernées.

5.1.3. Usages récréatifs (pêche)

Le projet prévoit le déplacement du ponton « handipêche » vers la zone de mouille. Son repositionnement précis sera fixé en phase travaux, selon les niveaux d'eau réels mesurés. Les normes relatives à son accès depuis le parking qui doit être le moins long possible conduisent à envisager un emplacement face aux parcelles 61, 47 ou 46 (voir parcellaire sur la figure 2, page 21), soit environ une centaine de mètres en aval de son emplacement actuel.



5.2. MESURES COMPENSATOIRES TEMPORAIRES (PHASE TRAVAUX)

Les travaux d'aménagement nécessiteront préalablement la vidange du plan d'eau, par ouverture progressive des vannes. Afin d'en limiter l'impact sur le milieu et les risques liés aux aléas météorologiques, cette vidange sera effectuée au plus tôt de la période estivale.

6. PLANNING DE L'OPERATION

6.1. PROCEDURES REGLEMENTAIRES

Le projet prévoit des travaux de modification d'un ouvrage hydraulique existant faisant obstacle à la continuité piscicole et à l'écoulement des crues et le reprofilage du lit (modification du profil en long et du profil en travers du cours d'eau).

● Demande d'autorisation au titre des articles L214-1 et suivants du Code de l'Environnement

Le projet est soumis à autorisation au titre des articles L214-1 et suivants du Code de l'Environnement. Il est concerné par les rubriques suivantes de l'article R214-1 :

Rubrique	Objet	Régime	Commentaires
3.1.2.0	<p>I Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau :</p> <p>1° Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m (A) ;</p> <p>2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D).</p> <p>Le lit mineur d'un cours d'eau est l'espace recouvert par les eaux coulant à pleins bords avant débordement.</p>	Autorisation	Les profils en long et en travers sont modifiés sur une longueur de près de 400 mètres
3.1.4.0	<p>Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes :</p> <p>1° Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A) ;</p> <p>2° Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m (D).</p>	Déclaration	<p>Protection de berges prévue sur 80 m en rive droite</p> <p>Protection des berges dans l'environnement proche des rampes d'enrochements (hors emprise des seuils) : 85 m</p> <p>Total : 165 m</p>
3.1.5.0	<p>Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens, ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet :</p> <p>1° Destruction de plus de 200 m² de frayères (A) ;</p> <p>2° Dans les autres cas (D).</p>	Autorisation	La superficie de la zone de travaux dans l'emprise de la retenue actuelle est estimée à environ 1000 m ² .

Rubrique	Objet	Régime	Commentaires
3.2.1.0	Entretien de cours d'eau ou de canaux, à l'exclusion de l'entretien visé à l'article L. 215-14 réalisé par le propriétaire riverain, des dragages visés à la rubrique 4.1.3.0 et de l'entretien des ouvrages visés à la rubrique 2.1.5.0, le volume des sédiments extraits étant au cours d'une année : 1° Supérieur à 2 000 m ³ (A) ; 2° Inférieur ou égal à 2 000 m ³ dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence S1 (A) ; 3° Inférieur ou égal à 2 000 m ³ dont la teneur des sédiments extraits est inférieure au niveau de référence S1 (D). Est également exclu jusqu'au 1er janvier 2014 l'entretien ayant pour objet le maintien et le rétablissement des caractéristiques des chenaux de navigation lorsque la hauteur de sédiments à enlever est inférieure à 35 cm ou lorsqu'il porte sur des zones d'atterrissement localisées entraînant un risque fort pour la navigation. L'autorisation est valable pour une durée qui ne peut être supérieure à dix ans. L'autorisation prend également en compte les éventuels sous-produits et leur devenir.	Autorisation	Le volume de sédiments à extraire pour constituer le nouveau lit d'étiage est estimé à environ 3250 m ³ et sera intégralement régalé sur site
3.2.4.0	Vidanges de plans d'eau issus de barrages de retenue, dont la hauteur est supérieure à 10 m ou dont le volume de la retenue est supérieur à 5 000 000 m ³ (A) ; 2° Autres vidanges de plans d'eau, dont la superficie est supérieure à 0,1 ha, hors opération de chômage des voies navigables, hors piscicultures mentionnées à l'article L. 431-6, hors plans d'eau mentionnés à l'article L. 431-7 (D). Les vidanges périodiques des plans d'eau visés au 2° font l'objet d'une déclaration unique.	Déclaration	Plan d'eau de l'ordre de 1,5 ha entre les ouvrages d'Empince et de Ponts.

Le projet est également soumis aux nouveaux textes relatifs aux autorisations environnementales qui prévoient l'instauration d'une autorisation environnementale unique remplaçant les anciennes autorisations IOTA.

- Ordonnance n°2017-80 du 26 janvier 2017 relative à l'autorisation environnementale et rentrant en vigueur le 1^{er} mars 2017,
- Décret n°2017-81 du 26 janvier 2017 relatif à l'autorisation environnementale,
- Décret n°2017-82 du 26 janvier 2017 relatif à l'autorisation environnementale,
- « Rapport au Président de la République relatif à l'ordonnance n° 2017-80 du 26 janvier 2017 relative à l'autorisation environnementale ».

Le dossier correspond à la catégorie des projets soumis à examen à l'évaluation environnementale au cas par cas. Le syndicat devra donc remplir un formulaire de demande d'examen au cas par cas dont le contenu est précisé par arrêté du ministre chargé de l'environnement.

L'Autorité environnementale dispose alors d'un délai de 35 jours pour statuer.

En cas d'examen par l'autorité environnementale, la procédure comprend :

- Une phase d'examen (durée 4 mois)
- Une phase d'enquête publique,
- Une phase de décision comme le précise l'article L. 181-9 (durée 2 à 3 mois après enquête publique).

6.2. ETUDES

● Etudes de MOE et réglementaires

Le projet nécessitera la réalisation des études suivantes :

- Les études de projet (PRO)
- L'élaboration du dossier de consultation des entreprises
- Après confirmation par l'autorisation environnementale, le dossier complet d'enquête publique (Etude d'impact, dossier d'incidence loi sur l'eau, si nécessaire dossier CNPN...)

Le délai de réalisation de ces études est estimé entre 6 et 12 mois en fonction du niveau d'exigence de l'autorité environnementale sur le contenu de l'étude d'impact.

● Autres études

- Investigations pour repérage altimétrique et planimétrique de la canalisation AEP ;
- Levé topographique de la berge de rive droite pour implantation des protections de berge
- Levé topographique du pont de la RD 133, pour préciser le radier à créer en aval,
- Sondages géotechniques pour préciser les fondations de la passerelle.

6.3. TRAVAUX

La durée prévisible des travaux comprend :

- La phase de préparation des entreprises : 2 mois
- La phase de travaux préparatoires : ½ mois
- La période de ressuyage de limons avant intervention dans l'emprise de la retenue : 7 mois
- Les travaux proprement dit : 3 mois (obligatoirement en période d'étiage)
- La remise en état du site : ½ mois

6.4. RECAPITULATIF DU PLANNING PREVISIONNEL

	Mois																			Report éventuel selon durée ressuyage						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Procédures réglementaires, enquêtes	■																									
Phase PRO							■		■																	
Rédaction du DCE										■																
Consultation des entreprises												■														
Travaux - préparation																■										
Phase de ressuyage																					durée minimale, à adapter					
Arasement seuil RD																										■
Déconstruction seuil RG																										■
Travaux dans la retenue- exécution																										■

7. EVALUATION FINANCIERE

7.1. MONTANT DES TRAVAUX

Le montant des travaux s'élève à **226 920 € HT** et se décompose selon les principaux postes ci-après. Le détail estimatif complet est joint en annexe.

PRIX GENERAUX	8 500
TRAVAUX PREPARATOIRES	7 000
REPROFILAGE DU LIT DU THOUET	83 180
PROTECTION DE LA BERGE RIVE DROITE	29 598
ARASEMENT PARTIEL ET CONFORTEMENT DU DEVERSOIR DE DECHARGE RIVE DROITE	16 800
DECONSTRUCTION DU BARRAGE MOBILE	15 000
RAMPES DE FRANCHISSEMENTS EN ENROCHEMENTS	13 702
PROTECTION DES BERGES DANS L'ENVIRONNEMENT PROCHE DES RAMPES (hors emprises strictes rampes)	31 450
TRAVAUX EN AVAL DU PONT DE LA RD 133	600
REPRISE DU GUE EXISTANT EN QUEUE DE RETENUE	1 300
TRAVAUX DIVERS	19 790
MONTANT TOTAL DES TRAVAUX, en €HT	226 920
MONTANT de la TVA en €	45 384
MONTANT TOTAL en €T.T.C	272 304

Ce montant est plus élevé que l'estimation réalisée à l'étape 2. Cette différence provient notamment des aménagements suivants non prévus à l'étape 2 :

- De la mise en place d'une nouvelle passerelle sur le bras gauche,
- Des travaux de confortement de la berge rive droite de la retenue actuelle ;
- Des travaux de confortement des berges dans l'environnement proche des rampes d'enrochements à créer;
- Des travaux d'arasement et confortement du déversoir de décharge en rive droite.

7.2. AUTRES MONTANTS

- Etudes de MOE (PRO, ACT, suivi des travaux) : 25 000 € HT (PRO 30 %, ACT 10 %, DET 50 %, AOR 10 %)
- Etudes réglementaires (dossier d'autorisation environnementale, à préciser selon résultat de l'évaluation au cas par cas par la DREAL) : 30 000 € HT (à confirmer après réception de l'avis de l'autorité environnementale) ;
- Exploitation et entretien des ouvrages, berges et terrains exondés (2%/ an) : 3 800 € HT

8. ANNEXES

8.1. ANNEXE 1 : FICHE DIAGNOSTIC DE LA CHAUSSEE

Fiche DIAGNOSTIC VISUEL d'ouvrage		Empince	
Description physique et dimensionnelle			
Type d'ouvrage :	digue seuil maçonné	Système d'appuis :	maçonnerie murée en berges
Type de maçonnerie :	béton	Ancre(s) :	probablement sur le substrat pierres et roche
Parements : Am :	maçonnerie béton	Av :	maçonnerie béton
Dimensions (R1) :	Hamont (h_{am}) : <u>1.6</u>	fruit _{AM} :	<u>0</u>
	Haval (h_{av}) : <u>> 1.05</u>	fruit _{AV} :	<u>0</u>
	Largeur crête (CL) : <u>0.6</u>		
	longueur Crête (CL) : <u>12.5 (passage)</u>	coursier : <u>> 3.75 m</u>	
	Dévers crête* : <u>nul</u>	R1 : <u>nc</u>	
			* Faible : <5% moyen : 5-20% prononcé : >20%
Description hydraulique			
Système d'alimentation :	cours d'eau 100 %	Angulation(s) :	sans
Horizontalité :	très bonne	Courbure :	sans
Variabilité :	chargé de MeS/fines & boues	Gradient des vitesses :	++ - +
Niveau var. :	0 1 3 5	G (vannage) :	D (coursier)
		Sédimentologie :	principalement boues
Description fonctionnelle			
Hauteur d'eau amont :	~ 0,6 - 0,8 m (voir coupe type)	Présence d'arbres/souches en amont :	non constaté
Hauteur d'eau aval :	~ 0,65 à 1 m	Présence d'arbres/souches en aval :	non constaté
Strickler aval :	10 (roche/enrochement)	Terriers :	non constaté
Hétérogénéité :	moyenne	Canalisations :	éclatement canalisation EU en rive gauche
Circul. Préférentielle :	non constaté	fontis :	sans supposé probable avéré
	ligne d'eau aval insuffisamment abaissée pour constat		
Description mécanique			
Etat des contraintes (R2) :	interne / externe / occurrence	Etat de résistance (R3) :	
piètement :	non constaté	Noyau :	non constaté
paroi :	pas de dégradation visuelle constatée	Facteurs d'états :	
risberme :	sans	descriptif	Etat de dégradation
revanche :	non concerné		visuelle supposée fonctionnelle
banquette :	non constaté	Crête : homogène	non non -
Autre :	-	Coursier : homogène	non non -
		Aval : peu dégradé	oui avéré peu évolutif
		Parement : homogène	non non non
		Risberme : sans	- - -
		Autre :	
Note d'ouvrage (xRi) :	nc		
Description environnementale & autre(s) remarque(s) / croquis, position, courants			
OUVRAGE PRINCIPAL - vannage rive gauche			
D : déjoints ; E : épaufrure ; Ec : éclatement ; EU : eaux usées ; F : fissure ; Ft : fissure transversale			

Fiche DIAGNOSTIC VISUEL d'ouvrage

Empinco



Exemple de désordre de l'ouvrage : éclatement béton



Exemple de désordre de l'ouvrage : fissure transversale

OUVRAGE SECONDAIRE - coursier rive droite



Bilan synthétique

OUVRAGE PRINCIPAL

- Nous sommes en présence d'un seuil digue en béton, à lame déversante, sur un radier béton plus ou moins dégradé
- Le parement amont semble en bon état, de même que la globalité des appuis et de la passerelle, seul une fissure transversale potentiellement traversante peut faire l'objet d'une attention particulière.
On note en rive gauche aval du seuil, le passage de la buse d'eau usée, qui est éventrée au droit de la retombée d'appui.
A traiter rapidement par le maître d'ouvrage concerné - **désordre mentionné au Maître d'Ouvrage de la présente mission**
- Les travaux nécessaires consistent en la réfection des quelques désordres : regarnissage des trous, jointoiement des maçonneries de coursier, voir injection en fissure en parement étant les principales.
- On note une risberme très hétérogène transversalement, avec possible phénomène d'érosion sous le piétement de coursier en cas de fort débit ; la présence de gros blocs de maçonnerie de moellons semblent en attester

OUVRAGE SECONDAIRE : il s'agit d'un coursier simple de surverse, en moellon maçonné. On note une fissure traversante due à la présence d'un arbre en berge rive gauche - dégradation évolutive

> Niveau de risque/dégradation/dangerosité (0 à 5) :	1
> Type de travaux préconisés :	petits travaux de reprise de maçonnerie et joints, voir injection de fissure
> FAISABILITE DE L'ARASEMENT :	envisageable, ouvrage complet, sans contrainte technique majeure

8.2. ANNEXE 2 : ANALYSE DES SEDIMENTS :

8.2.1. Arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments,

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993

NOR : DEVO0650505A

Le ministre des transports, de l'équipement, du tourisme et de la mer et la ministre de l'écologie et du développement durable,

Vu les articles L. 210-1 et suivants du code de l'environnement ;

Vu le décret n° 93-742 modifié relatif aux procédures d'autorisation et de déclaration prévues aux articles L. 214-1 à L. 214-6 du code de l'environnement ;

Vu le décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou déclaration prévue aux articles L. 214-1 à L. 214-6 du code de l'environnement ;

Vu l'arrêté du 12 novembre 1998 portant modalités d'agrément des laboratoires pour certains types d'analyses des eaux ou des sédiments ;

Vu l'avis de la mission interministérielle de l'eau en date du 24 mai 2006 ;

Vu l'avis du Comité national de l'eau en date du 13 juillet 2006,

Arrêtent :

Art. 1^{er}. – Lorsque, pour apprécier l'incidence de l'opération sur le milieu aquatique (ou pour apprécier l'incidence sur le milieu aquatique d'une action déterminée), une analyse est requise en application du décret nomenclature :

- la qualité des rejets dans les eaux de surface est appréciée au regard des seuils de la rubrique 2.2.3.0 de la nomenclature dont les niveaux de référence R 1 et R 2 sont précisés dans le tableau I ;
- la qualité des sédiments marins ou estuariens est appréciée au regard des seuils de la rubrique 4.1.3.0 de la nomenclature dont les niveaux de référence N 1 et N 2 sont précisés dans les tableaux II et III ;
- la qualité des sédiments extraits de cours d'eau ou canaux est appréciée au regard des seuils de la rubrique 3.2.1.0 de la nomenclature dont le niveau de référence S 1 est précisé dans le tableau IV.

Tableau I

PARAMÈTRES	NIVEAU R 1	NIVEAU R 2
MES (kg/j).....	9	90
DBO5 (kg/j) (*).....	6	60
DCO (kg/j) (*).....	12	120
Matières inhibitrices (équitox/j).....	25	100
Azote total (kg/j).....	1,2	12
Phosphore total (kg/j).....	0,3	3
Composés organohalogénés absorbables sur charbon actif (AOX) (g/j).....	7,5	25
Métaux et métalloïdes (Metox) (g/j).....	30	125
Hydrocarbures (kg/j).....	0,1	0,5

(*) Dans le cas de rejets salés présentant une teneur en chlorures supérieure à 2 000 mg/l, les paramètres DBO5 et DCO et leurs seuils sont remplacés par le paramètre COT avec les seuils suivants :
Concernant a : COT : 80 kg/j (A) ;
Concernant b : COT : 8 à 80 kg/j (D).

Tableau II

*Niveaux relatifs aux éléments traces
(en mg/kg de sédiment sec analysé sur la fraction inférieure à 2 mm)*

ÉLÉMENTS TRACES	NIVEAU N 1	NIVEAU N 2
Arsenic	25	50
Cadmium	1,2	2,4
Chrome	90	180
Cuivre	45	90
Mercure.....	0,4	0,8
Nickel.....	37	74
Plomb.....	100	200
Zinc.....	276	552

Tableau III

*Niveaux relatifs aux composés traces
(en mg/kg de sédiment sec analysé sur la fraction inférieure à 2 mm)*

PCB	NIVEAU N 1	NIVEAU N 2
PCB totaux.....	0,5	1
PCB congénère 28.....	0,025	0,05
PCB congénère 52.....	0,025	0,05
PCB congénère 101.....	0,05	0,1
PCB congénère 118.....	0,025	0,05
PCB congénère 138.....	0,050	0,10
PCB congénère 153.....	0,050	0,10
PCB congénère 180.....	0,025	0,05

Tableau IV

*Niveaux relatifs aux éléments et composés traces
(en mg/kg de sédiment sec analysé sur la fraction inférieure à 2 mm)*

PARAMÈTRES	NIVEAU S1
Arsenic	30
Cadmium	2
Chrome	150
Cuivre	100
Mercure.....	1
Nickel.....	50
Plomb.....	100
Zinc.....	300
PCB totaux.....	0,680
HAP totaux.....	22,800

Art. 2. – Lors des analyses, afin d'évaluer la qualité des rejets et sédiments en fonction des niveaux de référence précisés dans les tableaux ci-dessus, la teneur à prendre en compte est la teneur maximale mesurée. Toutefois, il peut être toléré :

- 1 dépassement pour 6 échantillons analysés ;
- 2 dépassements pour 15 échantillons analysés ;
- 3 dépassements pour 30 échantillons analysés ;
- 1 dépassement par tranche de 10 échantillons supplémentaires analysés,

sous réserve que les teneurs mesurées sur les échantillons en dépassement n'atteignent pas 1,5 fois les niveaux de référence considérés.

Art. 3. – Les tableaux figurant à l'article 1^{er} peuvent être actualisés et complétés par arrêté complémentaire en fonction de l'évolution des connaissances scientifiques et techniques.