

Maitrise d'œuvre pour la définition et le suivi de travaux de restauration géomorphologique du Nantay à Ambronay (01)

MISSION DE CONCEPTION NIVEAU AVANT-PROJET

Mandant :
**Syndicat Mixte du bassin versant
de la basse vallée de l'Ain**
Le Prieuré-38 route de Loyettes
01 150 BLYES



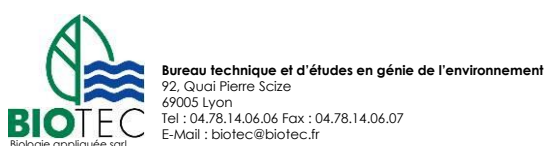
RESTAURATION GEOMORPHOLOGIQUE DU NANTAY A AMBRONAY (HAMEAU DE LA CHAMPIONNIERE)

MISSION DE CONCEPTION, NIVEAU AVANT-PROJET (AVP)

NOTE TECHNIQUE ET DETAIL QUANTITATIF ESTIMATIF – doc. n°16.024-AVP-07

NOTE HYDRAULIQUE – doc. n°16.024-AVP-08

Note synthétique concernant le contexte et le « champ des possibles » vis-à-vis des objectifs de l'opération de restauration morpho-écologique ambitionnée



Sommaire

1.	Contexte et objectifs.....	3
2.	Etat des lieux au regard du contexte écologique et foncier puis analyse des problématiques au droit du secteur d'étude.....	3
2.1	Analyse du contexte écologique et du rôle du Nantay dans son contexte écologique élargi (sources : étude LPO menée en 2015 pour le compte du conseil départemental de l'Ain – Expertise de la flore sur l'emprise de la déviation de Coutelieu –Gilles Pache – conservatoire Botanique National Alpin).....	3
2.2	Analyse du contexte foncier au droit du secteur d'étude.....	5
2.3	Analyse des problématiques et de leurs causes au droit du Nantay.....	5
3.	Etude Hydraulique : état initial du secteur d'étude.....	11
3.1	Dysfonctionnements observés et définition de la problématique.....	11
3.2	Dysfonctionnements observés, définition de la problématique et hydrologie du Nantay.....	15
3.3	Incidences sur l'hydrologie et l'hydraulique de la déviation de Coutelieu.....	16
3.4	Modélisation de l'état existant.....	18
3.5	A propos des contraintes appliquées au talus de la route départementale.....	22
3.6	A propos de l'aléa hydraulique dans la Championnière.....	22
3.7	Définition des principes hydrauliques régissant le projet.....	23
4.	Contraintes et postulats.....	25
5.	Nature des interventions à conduire.....	26
6.	A propos de « l'impact foncier ».....	29
7.	Analyse et incidences de chacun des scénarii au stade AVP.....	29
8.	A propos de la réglementation.....	31
9.	Période de travaux et organisation générale.....	31
10.	Profil de l'entreprise devant réaliser les travaux.....	32
11.	Conclusion.....	33
12.	Annexe 1 : Détail Quantitatif Estimatif.....	34
12.1	Détail Quantitatif Estimatif Scénario 1.....	34
12.2	Détail Quantitatif Estimatif Scénario 2.....	35

Pièces graphiques

Situation hydraulique détaillée	1/1500 ^e	16.024 – AVP-01
Situation détaillée	1/1000 ^e	16.024 - AVP-02
Situation détaillée aval	1/500 ^e	16.024 - AVP-03
Profils en long actuel et après travaux	1/100 ^e – 1/1000 ^e	16.024 - AVP-04
Profils de terrassement I à III – scénarii I-II	1/100 ^e – 1/200 ^e	16.024 - AVP-05
Profil terrassement II – scénario II	1/100 ^e – 1/200 ^e	16.024 - AVP-06

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

Le Syndicat Mixte du bassin versant de la Basse vallée de l'Ain ambitionne aujourd'hui d'œuvrer à la restauration géomorphologique du Nantay à l'entrée du hameau de Championnière situé sur la commune d'Ambronay (départ. 01). Cette volonté s'inscrit dans les soucis non seulement conjoints, mais communs au mandant et aux habitants du hameau, de restaurer un espace de liberté pour la rivière, rétablir les fonctions de corridor biologique de ce ruisseau et dans le même temps ne pas aggraver le risque inondation aux droit des habitations en favorisant les débordements sur des tronçons de moindre enjeu. La future opération d'aménagement devant donc permettre selon le CCTP rédigé par le SBVA de :

- **Supprimer les érosions le long de la route départementale 77 et diminuer le risque d'inondation de cette route ;**
- **Dissiper l'énergie du cours d'eau en crue en amont du hameau et donc diminuer le risque d'inondation d'une zone bâtie existante et habitée ;**
- **Restaurer l'espace de liberté du cours d'eau et sa fonction de corridor biologique.**

Dans ce contexte et fort des résultats de l'appel d'offres préalable initié par les représentants du SBVA en partenariat avec le service route du Département, le bureau BIOTEC Biologie appliquée était, au cours du premier semestre de l'année 2016, désigné pour conduire à bien la maîtrise d'œuvre de cette opération. La présente note technique, niveau avant-projet (AVP) constitue donc la synthèse des conclusions émises à la suite des analyses conduites ; conclusions elles-mêmes présentées au comité de pilotage de l'opération en date du 8 novembre dernier. Pour mémoire, le tronçon de cours d'eau en question a été visité les 03 mars et 13 avril 2016 par les soins de l'équipe de Biotec. C'est sur la base et au regard des données à disposition ainsi que des informations de terrain récoltées (état des ouvrages, topographie, conditions d'écoulement, configuration physique du lit, nature des substrats, état et nature des formations alluviales, tendances d'évolution, etc.) que les propos ci-après ont été développés.

2. ETAT DES LIEUX AU REGARD DU CONTEXTE ECOLOGIQUE ET FONCIER PUIS ANALYSE DES PROBLEMATIQUES AU DROIT DU SECTEUR D'ETUDE

2.1 Analyse du contexte écologique et du rôle du Nantay dans son contexte écologique

élargi (sources : étude LPO menée en 2015 pour le compte du conseil départemental de l'Ain – Expertise de la flore sur l'emprise de la déviation de Coutelieu – Gilles Pache – conservatoire Botanique National Alpin)

La « biodiversité » au sens large et la « qualité » des peuplements en place, qu'ils soient floristiques ou faunistiques sont, sur le Nantay, assez peu connues au droit du secteur d'étude. Il existe, en effet, très peu de données récentes et précises permettant de témoigner d'une certaine richesse de la biocénose au droit du tronçon pris en compte dans le cadre du projet de renaturation (aval ouvrage SNCF jusqu'en aval de la traversée du hameau de la Championnière). Néanmoins, quelques mentions historiques font état, en aval de la zone d'étude, de la présence de la lote de rivière (*Lota lota*) ou encore de la libellule fauve en berge (*Libellula Fulva*). Il est toutefois important de rappeler que le ruisseau connaît, chaque année, une période « d'assec » qui limite nécessairement le développement d'une population piscicole diversifiée.

Pourtant, le tronçon concerné de l'hydrosystème Nantay constitue un « maillon » important de l'ensemble du bassin versant puisque **situé à trois kilomètres du massif du Bugey (source Cozance/Seynard) en amont et à moins de deux kilomètres du site classé Natura 2000 au titre de la directive habitat : « Milieux alluviaux de la basse vallée de l'Ain »** (le classement étant d'ailleurs lié au pouvoir régénérant, tant morphologique que biologique du milieu pour le maintien de la variété des peuplements végétaux et animaux). Ce secteur qui demeure encore assez sauvage abrite une richesse biologique remarquable où l'on retrouve la Lamproie de Planer (*Lampetra planeri*), Chabot (*Cottus gobio*), Blageon (*Telestes souffia*), Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*), Agrion de Mercure (*Coenagrion mercuriale*), Castor (*Castor fiber*), Loutre (*Lutra lutra*) mais aussi l'Ombre commun (*Thymallus thymallus*) et une quarantaine de plantes remarquables.

De même, la présence d'une ZNIEFF de type I dénommée « Pelouses sèches de la base aérienne 278 d'Ambérieu-en-Bugey » dont l'aire s'arrête en limite de la base aérienne établie en rive gauche atteste également de la richesse écologique en « périphérie » de la zone d'intervention. Mosaïque de prairies herbeuses rases voire très rases et de fourrés épars plus ou moins denses, la base aérienne abrite en effet sur 268 hectares une multitude d'espèces animales et végétales adaptées à de fortes températures et à la sécheresse du sol. Au-delà des pelouses sèches à graminées (*mesobromion*) et des pelouses sèches très rases (*xerobromion*) qui représentent des habitats d'intérêt à l'échelle européenne, la base abrite une population d'espèces remarquables inféodées aux milieux chauds et secs telles que l'Oedicnème criard (*Burhinus oediconemus*), le Cochevis huppé (*Galerida cristata*), le Bruant proyer (*Emberiza calandra*), le Dectique des Brandes (*Gampsocleis glabra*) - (source : Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces Naturels).

Au-delà des données récoltées dans le cadre du classement de milieux remarquables ou protégés, **les travaux de déviation au droit de Coutelieu (2014), en amont direct du site d'intervention ont donné lieu à la tenue d'un suivi sur les compartiments « faune-flore »**. Si, au niveau « flore », l'étude ne permet pas encore de tirer de réelles conclusions fiables, elle rappelle que les espèces observées sont pour l'instant assez « banales ». Au total, sur la base de douze points d'inventaires, un total de 154 taxons a été distingué (contre 165 auparavant). Parmi les espèces contactées, seule la Molène pulvérulente (*Verbascum pulverulentum*) possède potentiellement le statut de déterminante ZNIEFF. L'étude conduite par Gilles PACHE du conservatoire Botanique National Alpin précise enfin qu'il sera indispensable de veiller à la non-propagation d'espèces invasives (Ambroisie et Renouée du Japon). Une attention particulière devra donc être portée sur ce compartiment dans le cadre des travaux à venir.

Concernant les études « faune », conduites par les membres de la LPO Rhône-Alpes, elle rappelle tout d'abord l'ensemble des mesures compensatoires préconisées par le CNPN (Conseil National de la Protection de la Nature) dans le cadre du projet. Pour mémoire, elles ont consisté à la création de quatre bassins d'eaux stagnantes, de quatre passages à faune sous la RD1075, de trois hibernaculum, de 150 mètres d'andains de bois et branchages issus des travaux à proximité des hibernaculum, de la création d'une zone inondable puis de la plantation d'une ripisylve au droit du Nantay. Sur la base de deux passages et de trois points d'écoutes, ce sont 24 espèces d'oiseaux qui ont pu être contactées. Si de nombreuses espèces communes ont été détectées (rouge-gorge familier - *Erithacus rubecula* par exemple), la présence de d'espèces de « passage » telles que le Pipit farlouse (*Anthus pratensis*) puis d'espèces hivernantes dans la plaine de l'Ain telles que le Bruant des Roseaux (*Emberiza schoeniclus*) ou le Bouvreuil Pivoine (*Pyrrhula pyrrhula*) est un indicateur de la capacité d'accueil du secteur en amont direct de la zone d'investigation. Malgré cinq passages effectués au droit des hibernaculum puis des plaques de tôles mises en place pour faciliter la localisation des reptiles, seul le lézard des murailles (*Podarcis muralis*) a été formellement identifié. Il subsiste néanmoins un doute sur la présence de la couleuvre verte et jaune (*Hierophis viridiflavus*).

Pour l'ordre des odonates, au-delà de la Libellule déprimée (*Libellula depressa*), l'Anax empereur (*Anax imperator*), l'Agrion jouvencelle (*Coenagrion puella*), l'Agrion nain (*Ischnura pumilio*) qui demeurent des espèces relativement communes, la présence de trois individus d'Agrions de Mercure (*Coenagrion mercuriale* - espèce protégée protégé par l'article 3 de la loi relative à la protection de la nature de 1976 et par l'annexe 2 de la directive habitat, faune, flore) est à signaler. Les amphibiens contactés sont assez communs puisque seules des grenouilles vertes (*Rana kl. esculenta*) ont été observées lors des prospections.

Ensuite, pour les différents passages à faune et en particulier au droit du pont du Nantay qui correspond au « démarrage » de la zone d'intervention, le rapport établi par la LPO fait état de traces du Renard Roux (*Vulpes vulpes*), du blaireau européen (*Meles meles*), du sanglier (*Sus scrofa*), de l'écureuil roux (*Sciurus vulgaris*) ou du lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*).

Pour finir, l'étude s'est attachée à prospecter les abords du Nantay de manière à obtenir une vision d'ensemble du secteur. Le passage au droit des différents ouvrages d'arts n'a pas permis de contacter d'éventuels chiroptère même si les conditions semblent assez favorables. Concernant le castor, bien implanté dans la basse vallée de l'Ain, il n'a pas été contacté lors de ces prospections

même si des traces de passage ont été observées sur le Nantay, plus en aval, entre la Championnière et Coutelieu (source : SBVA). De même, des observations font également état de la présence d'une frayère à truite sur le Nantay amont au droit de Coutelieu (source : SBVA).

Les constats et relevés à disposition montrent assez bien la disparité assez marquée entre le secteur d'intervention et ses abords « directs ». En l'état, le tronçon situé entre l'ouvrage SNCF et le hameau de la Championnière ne semble pas constituer, un lieu d'accueil et de refuge suffisamment attractif pour jouer un réel rôle de corridor écologique et assurer « la propagation » des espèces. En effet, il est esseulé au cœur d'un vaste espace de grandes cultures ou il serait indispensable de participer au retour d'un corridor végétalisé dense (notion de « trame verte » - lien entre les vallées de l'Ain et les massifs du Bugey) permettant de participer à la mobilité des espèces puis de constituer une zone « refuge ».

Au final et au-delà des données scientifiques disponibles, ponctuelles et loin d'être exhaustives, il est nécessaire de bien rappeler que **les richesses biologiques d'un cours d'eau sont intimement liées aux habitats engendrés par son fonctionnement morpho dynamique.** En effet, la morphologie d'une rivière et son évolution spatio-temporelle régissent directement la dynamique des écosystèmes qui leur sont associés. Les processus d'érosion, de transport de sédiments, de dépôt ont naturellement pour effet de créer, détruire, recréer, une diversité de milieux dont la grande richesse écologiques tient justement à leur fréquence de régénération et à leur assemblage sous forme de mosaïque. Dans un système « sous contrôle », cette absence de régénération des formes favorise inexorablement les processus d'homogénéisation du milieu. **En conclusion, il peut donc être admis que le ruisseau du Nantay, au droit de la zone d'étude, apparaît comme une masse d'eau assez pauvre car d'allure artificielle, située en bordure de voirie le condamnant d'ailleurs, en l'état, à être totalement « figé ».**

2.2 Analyse du contexte foncier au droit du secteur d'étude

Comme évoqué précédemment, le tronçon d'étude se situe, tout du moins sur son linéaire en amont de la traversée de la Championnière (soit 1,3 km), au cœur d'un vaste espace ouvert dédié aux grandes cultures ou les prairies de fauches subsistent mais où les espaces de type haies ou taillis ont progressivement disparu. En termes de servitudes et d'accès, il existe encore quelques passerelles béton permettant l'accès aux parcelles cultivées depuis la RD 77 sachant qu'il est possible, pour les exploitants d'accéder à l'intégralité des parcelles par la voirie établie à l'opposé de chacune des surfaces considérées (cf. doc 16.024-AVP-02).

2.3 Analyse des problématiques et de leurs causes au droit du Nantay

Situé entre les hameaux de Coutelieu et de la Championnière soit un linéaire de l'ordre de 1,7 km, le Nantay s'écoule au travers d'un tracé qui apparaît comme ayant été très largement bouleversé par l'homme. De manière quasi-certaine, le ruisseau a fait l'objet de lourds travaux de rectification, très anciens, puisque ayant été conduits avant l'édition des cartes de Cassini soit 1789 (voir figure ci-dessous). Pour preuve, le tracé totalement rectiligne, légèrement perché puisque ne s'écoulant pas en fond de vallée puis la présence de plusieurs « méandres » à angle droit sont autant de marqueurs forts de l'intervention humaine. A noter qu'il n'est pas totalement écarté « l'hypothèse » selon laquelle le Nantay serait finalement un ruisseau créé de toute pièce par la main de l'homme de manière à acheminer les eaux vers les terres agricoles encore présentes à ce jour en rive droite. La présence de très anciens ouvrages de type vanne « guillotine » permettant de favoriser les débordements appuierait cette « théorie ». Toutefois, il n'existe aucune preuve tangible au travers des cartes historiques à disposition.



Figure 1 : Illustration des vestiges d'un ouvrage de type vanne guillotine qui aurait pu servir à favoriser les débordements au droit des terres cultivées dans l'objectif de fertiliser ces dernières.

En revanche, à la lecture des cartes anciennes, il ressort que, **sans nul doute, l'intervention de chenalisation conduite en aval du hameau de la Championnière aux alentours de l'année 1988** (entre 1986 et 1990 tout au moins) **a été le déclencheur d'un processus d'incision subi par le lit du Nantay** en aval de l'ouvrage de franchissement de la voirie communale encore actuellement en place. Schématiquement et sur la base des données topographiques obtenues, la perte de linéaire de cours d'eau à la suite de cette intervention de rectification de tracé a été estimée à 250 mètres linéaires, soit près de 20% du tracé original de la rivière entre l'ouvrage sous voirie communal et un ouvrage en extrémité aval du tronçon rescindé. En ce qui concerne le profil en long du cours d'eau, ces travaux de chenalisation se sont traduits par une augmentation soudaine de la valeur de la pente du Nantay sur le tronçon susmentionné de près de 25 % (pente originelle proche de 0,5 % / pente immédiatement « après travaux » de l'ordre de 0.7 %).

Or, naturellement, l'eau en mouvement dissipe son énergie, creuse, transporte, dépose des matériaux. De manière autonome, un cours d'eau recherche inlassablement à établir une forme adaptée pour un transit optimal de ses débits, tout à la fois liquide et solide (matériaux transportés). **La morphologie de son lit est le résultat de ce travail, le produit d'un équilibre entre une charge solide et l'énergie capable de l'évacuer.** Au gré des variations hydrologiques, un cours d'eau ajuste donc les nombreux paramètres qui caractérisent sa configuration physique : largeur, profondeur moyenne, profil de pente, faciès d'écoulement, forme de son tracé. La pente globale de la vallée où il s'écoule, les caractéristiques sédimentologiques du lit et des berges, la nature de la végétation aux abords de la rivière, conditionnent, en outre, les possibilités de mouvement de l'hydro système.

En général, lorsque les conditions morphodynamiques de la rivière demeurent stables, l'érosion des rives et du fond ont tendance à s'atténuer. Par contre, dès lors que des perturbations physiques (rescindement, curage, recalibrage, etc.) ou hydrologiques (régime de crue) interviennent, l'hydro système recherche à s'adapter. Il effectue alors de lui-même des réajustements et prend un certain temps pour revenir à une situation d'équilibre. Face au « trouble morphologique » soudain subi, une mutation du système s'est opérée. La nécessaire dissipation de l'énergie des écoulements s'est activement effectuée sur les fonds et un processus d'incision régressive (c'est à dire se développant de l'aval vers l'amont) s'est entrepris. Cet enfoncement du lit, de l'ordre de 90 cm a été si notable qu'il a contribué à déconnecter et donc rendre infranchissable l'ouvrage de franchissement de la voirie communale.



Figure 2 : Vues successives des manifestations physiques de l'érosion « verticale » subie par le lit du Nantay en aval du franchissement de la voirie communale – Clichés Biotec, avril 2016.

Au-delà des actions très lourdes de « transformation » du tracé, la présence de la RD 77 en bordure directe du Nantay en amont du hameau de la Championnière s'est accompagnée, depuis l'après-guerre jusqu'à récemment (deux décennies tout au plus), à la mise en œuvre de travaux « d'entretien » qui consistaient bien souvent à traiter la végétation rivulaire à l'épaveuse puis à curer le lit de manière à dégager la section d'écoulement en vue d'accélérer le transfert des eaux. Ces interventions répétées ayant induit un très léger enfoncement et/ou un élargissement du lit du Nantay, les débits de crue d'occurrence plus importante sont maintenant « concentrés » au sein d'un chenal unique, entraînant une exposition plus importante du lit et des berges aux contraintes d'écoulement et forces d'arrachement. Enfin, et même s'il n'est pas possible de le quantifier, il apparaît que la diminution du temps de transfert des eaux lors d'épisodes pluvieux favorisant des pics de crue plus vifs et puissants (et qui est, pour partie à mettre en lien avec l'imperméabilisation des sols) a contribué à augmenter les contraintes au sein du lit vif du Nantay.

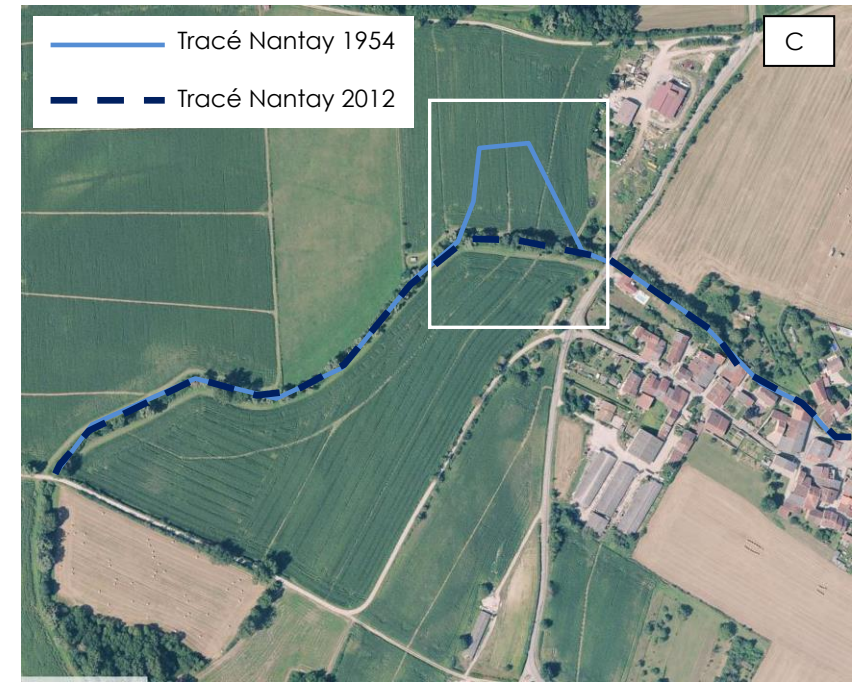
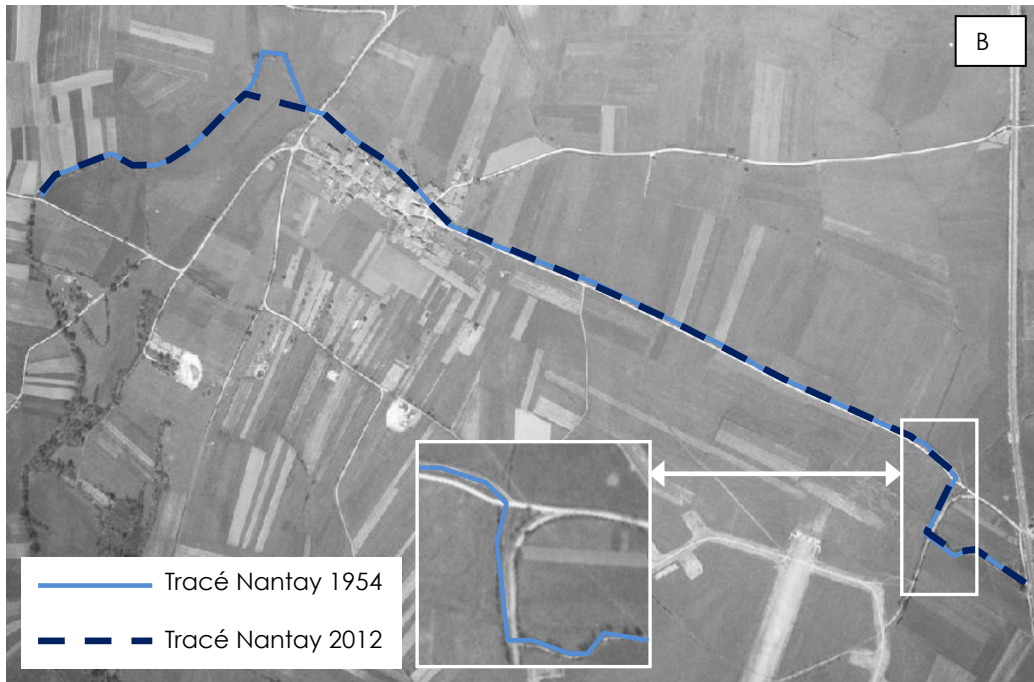
La conséquence directe de l'ensemble de ces bouleversements a été le décapage progressif de la berge rive gauche par les eaux remettant en cause l'accotement et donc la sécurité des usagers de la RD 77. Le phénomène s'est d'ailleurs trouvé exacerbé par la rive opposée qui, étant végétalisée présente une plus grande cohésion et participe à renvoyer localement le flux en direction de la berge opposée.



Figure 3 : Illustration des « fronts d'érosion » en rive gauche qui, à court terme, vont remettre en cause la stabilisation de l'enrobé de la voirie puis illustration de la végétation arbustive qui par son système aérien contribue à jouer le rôle d'épis en renvoyant le flux vers la berge opposée - Clichés Biotec, avril 2016.



Figure 4 : Illustration des évolutions de tracé du Nantay à travers un extrait du cadastre Napoléonien (A) puis de deux photographies aériennes datées de 1954 (B) puis 2012 (C).



Autres éléments qui sont source de perturbation pour le milieu, la présence d'une succession de petits ouvrages de franchissement puis le caractère « contraint » de la traversée du hameau de la Championnière qui présente même un tronçon couvert sur un linéaire d'une vingtaine de mètres. En plus de l'incapacité pour la rivière à déborder pour des débits courants, la présence de berges abruptes, bétonnées, donc de nature relativement lisse et qui ne vont opposer aucune résistance aux écoulements (en favorisant même une accélération du flux) sont autant de facteurs de banalisation pour le milieu et d'augmentation pour le risque inondation.



Figure 5 : Illustration de la zone couverte au cœur du hameau de la Championnière puis des berges dont le faciès abrupt et la nature (béton lisse) favorisent l'accélération des écoulements et la banalisation du milieu (Clichés SBVA et Biotec – 15 novembre 2014 et Avril 2016)

Pour les ouvrages de franchissement, **l'ouvrage qui apparaît aujourd'hui comme le plus impactant pour le milieu puisque totalement infranchissable pour l'ensemble des flux biologiques est l'ouvrage de franchissement situé en aval direct du hameau de la Championnière au droit d'une voirie communale.** Pour mémoire, et contrairement à une situation usuelle, l'ouvrage considéré n'est nullement lié à un quelconque usage de la force hydraulique de l'eau puisqu'il s'agit de deux buses béton de diamètre 100 cm. Si le caractère difficilement franchissable de ces éléments est essentiellement lié à la présence d'une chute de l'ordre de 80 cm, il faut également préciser que le caractère infranchissable de l'ouvrage est également étroitement lié aux conditions de luminosité puis à l'absence de rugosité au sein de l'ouvrage qui inhibe toute possibilité de passage pour la faune piscicole.



Figure 6 : Illustration de l'ouvrage de franchissement de la voirie communale totalement infranchissable pour les flux biologiques (Clichés Biotec – Avril 2016)

A titre de comparaison, et dans le souci de confronter la situation existante aux modèles, non pas naturels, mais s'approchant d'une situation « d'équilibre », l'examen du tronçon du Nantay se développant à l'amont du hameau de la Championnière est révélateur. En ce secteur, d'une pente de 0,3% à 0,5%, la rivière est symbolisée par une alternance entre les faciès d'écoulements type radiers, plats courants et la présence quelques de « fosses » peu profondes. A la lecture du profil en long, ces radiers présentent un dénivelé moyen de 10 à 30 cm et sont organisés selon un intervalle de l'ordre d'une centaine de mètres. Les observations de terrain ont également permis de mettre en avant la sur largeur du lit en place (de l'ordre de 3 mètres en moyenne). Pour preuve, la formation de plusieurs banquettes rases constituées par les matériaux « de dépôt » dans le lit puis d'atterrissements qui « pincent » le gabarit du lit et conduisent à la formation d'écoulements plus concentrés et donc légèrement plus vifs au sein d'un lit de largeur de 1 à 2 mètres.



Figure 7 : Illustration de la sur largeur du lit du Nantay et de la formation d'atterrissement et de banquette qui conduisent à concentrer les écoulements



Figure 8 : Illustration de radiers « longs » visibles sur le secteur en amont de l'ouvrage de franchissement de la RD 77.

3. ETUDE HYDRAULIQUE : ETAT INITIAL DU SECTEUR D'ETUDE

3.1 Dysfonctionnements observés et définition de la problématique

Trois types de dysfonctionnements ont été soulignés par le maître d'ouvrage dans le cahier des charges de la présente opération et, plus généralement, par l'ensemble des partenaires (Conseil départemental, commune et riverains) lors des deux premiers comités de pilotage.

- 1) **Entre les profils 17 et 16** (cf. pièce graphique 16.024-AVP-01), **les pluies de novembre 2014 ont occasionné une mise en charge des fossés latéraux et des débordements sur voirie.**



Figure 9 : Illustrations des débordements sur voirie survenus en novembre 2014 (source : SBVA novembre 2014) et des ouvrages de gestion des eaux pluviales vraisemblablement insuffisant (source : Biotec octobre 2016)

Selon une première approche de terrain, ce phénomène semble s'expliquer par la capacité insuffisante des deux canalisations diamètre 300 traversant la RD77d, aggravée par leur mise en charge du fait du haut niveau atteint par le Nantay, alors que les fossés sont alimentés par des eaux de ruissellement provenant de l'aérodrome et des terres cultivées et, en toute hypothèse, des débordements en amont. Si on compare les photos anciennes (1954) à la situation actuelle (voir figure n°2 ci-après) on peut envisager que l'implantation d'une nouvelle piste pour l'aérodrome, l'évolution de la voirie vers une route départementale et les modifications parcellaires et culturales des terrains situés au sud de la RD 77 ont peut-être entraîné :

- **une réduction des capacités de débordement du Nantay en amont ;**
- **une modification des apports pluviaux (parcelles cultivées et une partie de l'aérodrome) ;**
- **une augmentation de l'aléa de débordement du fait de l'insuffisance des ouvrages d'assainissement (2 canalisations diamètre 300) ;**
- **une augmentation de la vulnérabilité aux inondations (voirie départementale circulée, y compris par des transports scolaires et non plus simple route secondaire).**

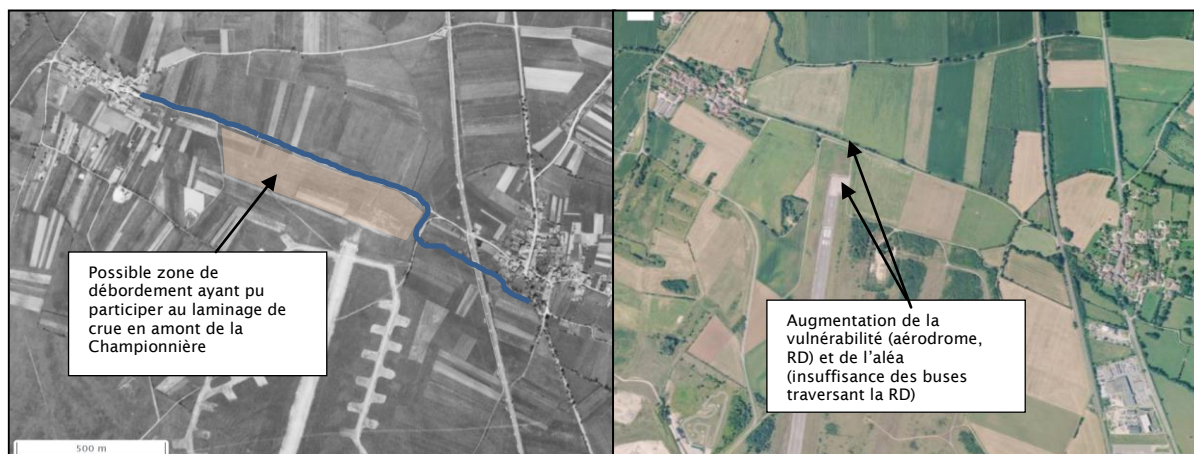


Figure 10 : Photographies aériennes actuelles et de 1954 (source IGN)

La présente étude hydraulique vise en premier lieu à clarifier un peu mieux les lieux et récurrence des débordements du Nantay sur le tronçon situé entre Coutelieu et la Championnière.

- 2) **Le second dysfonctionnement observé réside dans l'altération du talus routier du fait des contraintes hydrauliques imposées par le Nantay.** Ainsi entre les profils P17 et P15, plusieurs encoches d'érosion sont observables. Au-delà d'une approche strictement morphodynamique du phénomène (voir Note technique 16.024 – AVP-07), la modélisation hydraulique engagée devra permettre de caractériser les contraintes tangentielles appliquées à la berge gauche puis démontrer le gain permis par le projet.

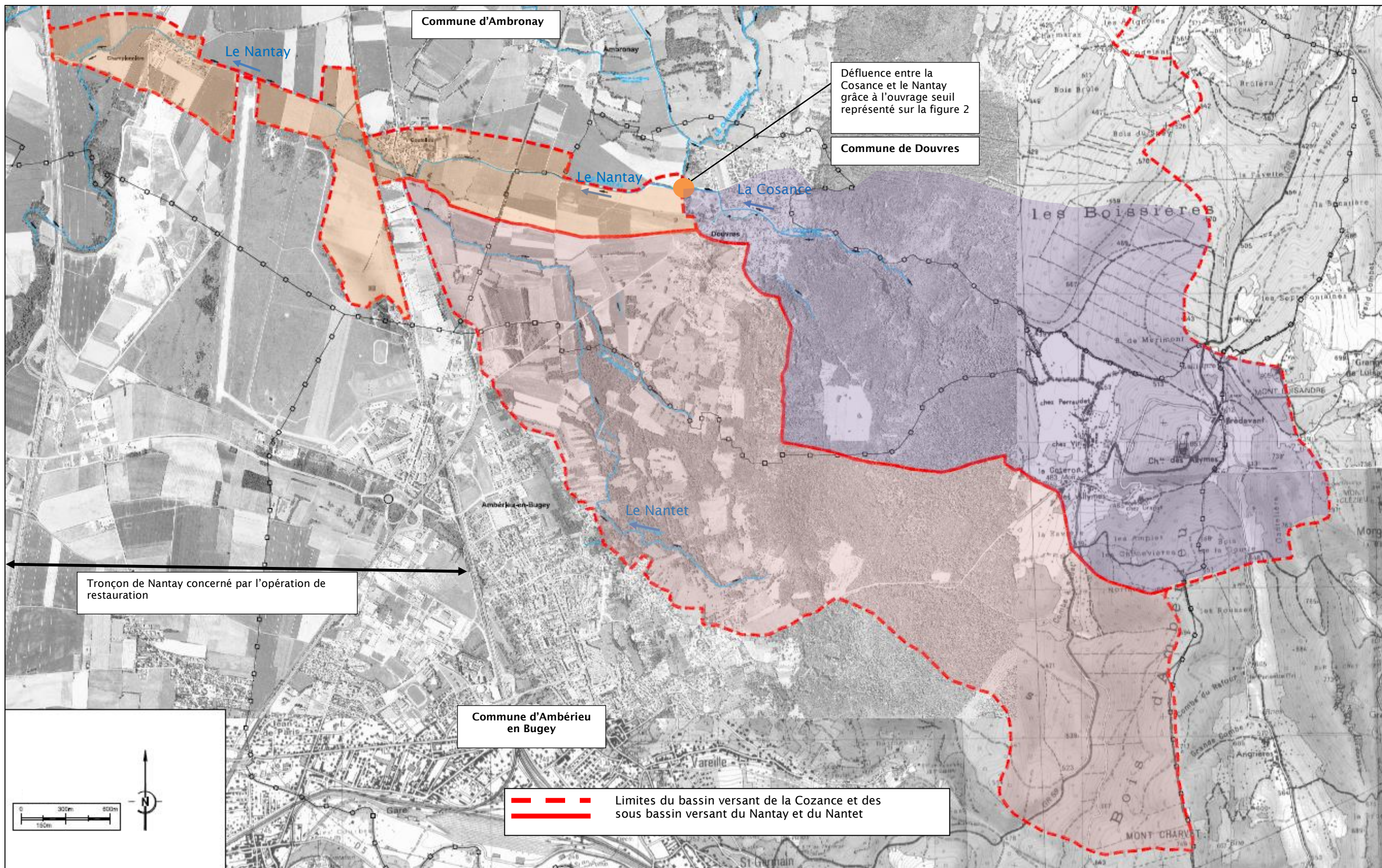


Figure 11 : Erosion du talus routier induite par le travail naturel du Nantay sur sa rive gauche (source SBVA : novembre 2014)

- 3) L'étude hydraulique de 2011 **puis les observations faites par les riverains mettent en évidence un sous-dimensionnement de plusieurs des 5 ouvrages qui jalonnent la traversée de la Championnière.** La réflexion hydraulique engagée caractérisera l'aléa d'inondation (période de retour, lieux de débordements) et démontrera sa non aggravation une fois le projet réalisé et, ponctuellement, son amélioration.



Figure 12 : Illustration de quatre des cinq ouvrages de franchissement du Nantay dans la traversée de la Championnière avec notamment l'arche sous bâtiment (photo b) et les deux canalisations diamètre 1000 sous la voirie communale (photo d), tous deux concernés par des mises en charge dès des crues courantes (les photographies ont été réalisées en novembre 2014 par le SBVA pour un événement pluvieux de 41 mm, soit une période de retour nettement inférieure à la décennale si on considère une durée de pluie de 12 ou 24 heures)



3.2 Dysfonctionnements observés, définition de la problématique et hydrologie du Nantay

De l'étude de 2011 puis des récentes investigations de terrain, il ressort que le bassin versant considéré, en amont du hameau de la Championnière, correspond à celui défini sur la figure n°1 ci-contre. Il comprend :

- **Les parcelles adjacentes au Nantay, topographiquement orientées vers lui et situées entre le village de Douvre et la Championnière (en vert sur le plan ci-contre) ;**
- **Le sous bassin versant du Nantet qui prend naissance sur la commune d'Ambérieu-en-Bugey (en rose) ;**
- **Le bassin versant amont de la Cosance (en jaune) avec cependant une répartition de débit entre la Cosance aval et le Nantay permise par l'ouvrage situé en aval de la commune de Douvres et décrit sur la figure n°2 suivante.**

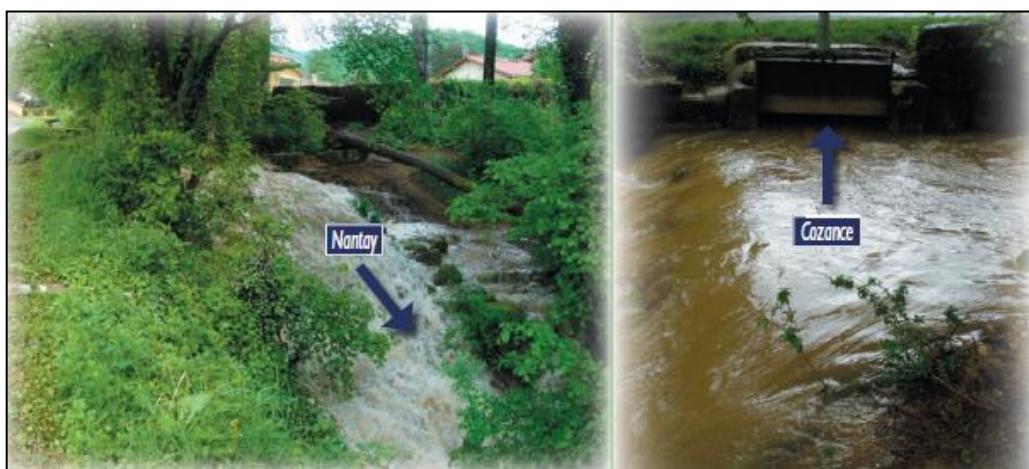


Figure 13 : Illustration de la répartition entre Cosance et Nantay permise par l'ouvrage seuil situé en aval du bourg de Douvres (source : INGEDIA, 2011)

Considérant cette délimitation, une surface de bassin versant de 10.54 km² a ainsi été calculée en amont de la Championnière. Une exploitation des résultats d'analyses statistiques de la DREAL sur plusieurs (5) stations hydrométriques situées à proximité (relative) du Nantay a permis de calculer des débits spécifiques moyens pour le module et les étiages puis de les appliquer au bassin versant étudié. Ainsi les résultats obtenus sont :

- **Etiage quinquennal : QMNA5 = [30 l/s ;50 l/s] ;**
- **Etiage moyen : QE= [60 l/s ;90 l/s] ;**
- **Module: QM = [400 l/s ;600 l/s].**

Il convient de noter que le Nantay peut être soumis à des étiages sévères voir à des assecs. Ces phénomènes ont été constatés lors des investigations de terrain d'Octobre 2016.

Le Nantay ne dispose de pas de station de jaugeage, c'est pourquoi lors de l'étude préliminaire réalisée en 2011¹, l'hydrologie du Nantay avait été définie selon une approche strictement calculatoire (méthode Rationnelle et CRUPEDIX). En tenant compte des lois de répartition caractérisant l'ouvrage seuil de Douvres, des débits de pointe ont été estimés au droit de la zone concernée par le projet de restauration :

- **Crue biennale : $Q_2 = 5.3 \text{ m}^3/\text{s}$;**
- **Crue décennale : $Q_{10} = 9 \text{ m}^3/\text{s}$;**
- **Crue vingtennale : $Q_{20} = 11.5 \text{ m}^3/\text{s}$;**
- **Crue cinquantennale : $Q_{50} = 15 \text{ m}^3/\text{s}$;**
- **Crue centennale : $Q_{100} = 19.6 \text{ m}^3/\text{s}$;**

L'exploitation des stations hydrométriques de la DREAL voisines montre des résultats assez proches des précédents, pour des périodes de retour inférieures à cinquante ans.

Périodes de retour	Valeur min	Valeur max
2 ans	3.8 m ³ /s	6.5 m ³ /s
10 ans	5.7 m ³ /s	9.7 m ³ /s
20 ans	6.3 m ³ /s	11.3 m ³ /s
50 ans	10.5 m ³ /s	12,9 m ³ /s

Figure 14 : Transposition de valeurs de débits caractéristiques calculés par la DREAL sur plusieurs bassins versants voisins, au bassin versant du Nantay

Encore une fois, soulignons que les stations de la DREAL concernent des bassins versant dont la surface est 10 fois supérieure à celle du Nantay. La transposition est donc à considérer avec précaution et il convient de privilégier les valeurs hautes des fourchettes proposées dans la figure 3.

Afin de compléter cette approche, il est prévu de réaliser des mesures de débits lors de périodes de hauts débits afin de caler un peu mieux le modèle hydrologique sur des stations de jaugeages voisines.

3.3 Incidences sur l'hydrologie et l'hydraulique de la déviation de Coutelieu

La déviation routière de Coutelieu a été réalisée sous la maîtrise d'ouvrage du Conseil Départemental de l'Ain. En 2011, un dossier d'avant-projet² et un dossier loi sur l'eau³ ont permis de décrire les aménagements permettant de franchir le Nantay et ceux permettant de limiter les impacts hydrologiques et hydrauliques du projet. On retiendra en premier lieu que les débits utilisées sont très proches de ceux calculés dans l'étude préliminaire ($Q_{10} = 9.5 \text{ m}^3/\text{s}$ et $Q_{100} = 19.8 \text{ m}^3/\text{s}$). Ensuite, il apparaît que l'assainissement de la section routière nouvellement créée est envisagé selon trois bassins de rétention, dimensionnés pour une période de retour centennale et un débit de fuite de 10 l/s/ha, et représentant un volume d'environ 400 m³.

¹ INGEDIA, 2011, *Etude hydraulique du bassin versant du Nantay, de la Cozance et de leurs affluents*, Note technique, 57540E.

² SINBIO, Mai 2011, *RD1075, Déviation de Coutelieu, Conception des aménagements de cours d'eau et annexes hydrauliques, commune d'Ambronay, AVP/CE/A/Mai2011*

³ IRIS Conseil, 2011, *Déviation de Coutelieu, Commune d'Ambronay, Dossier loi sur l'eau*.

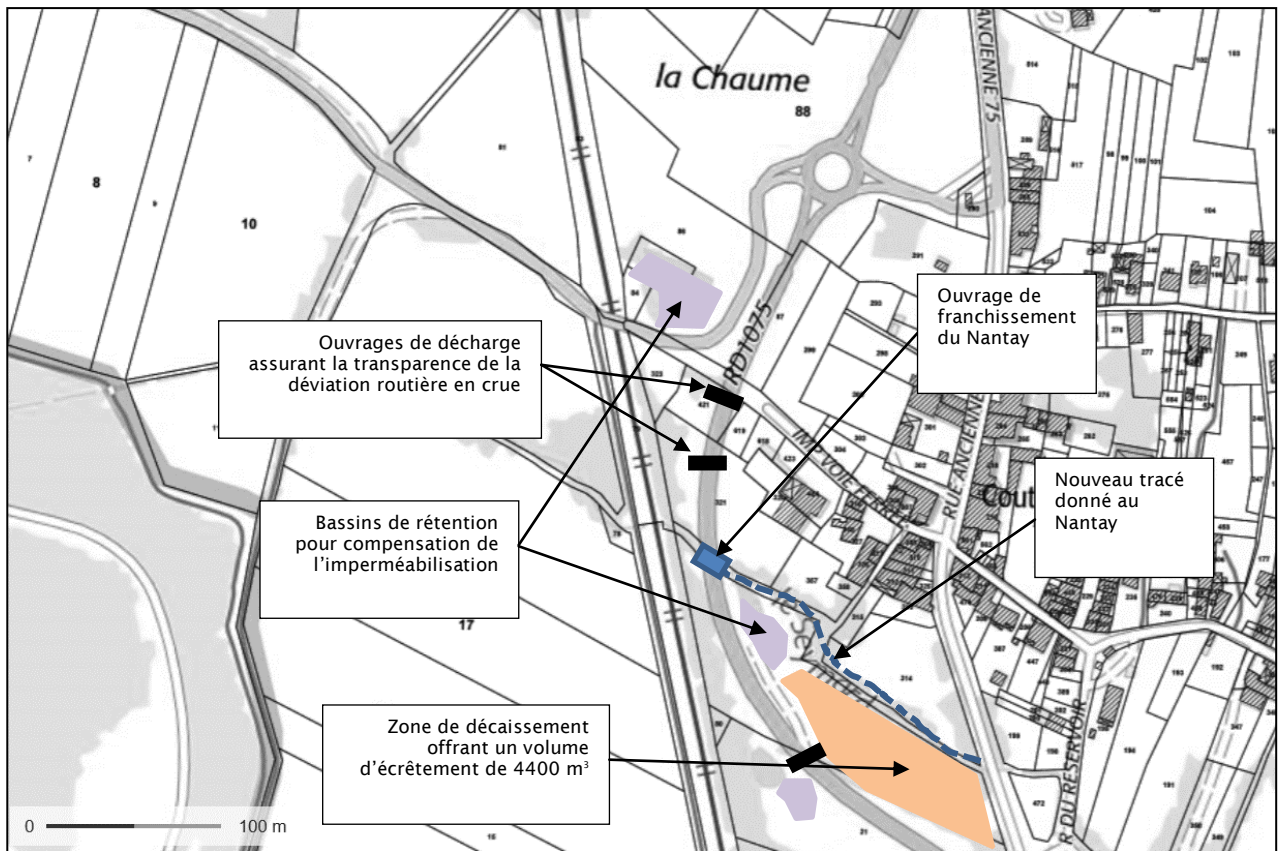


Figure 15 : Représentation graphique sommaire des aménagements hydrauliques réalisés dans le cadre de la déviation de Coutelieu en 2013-2014

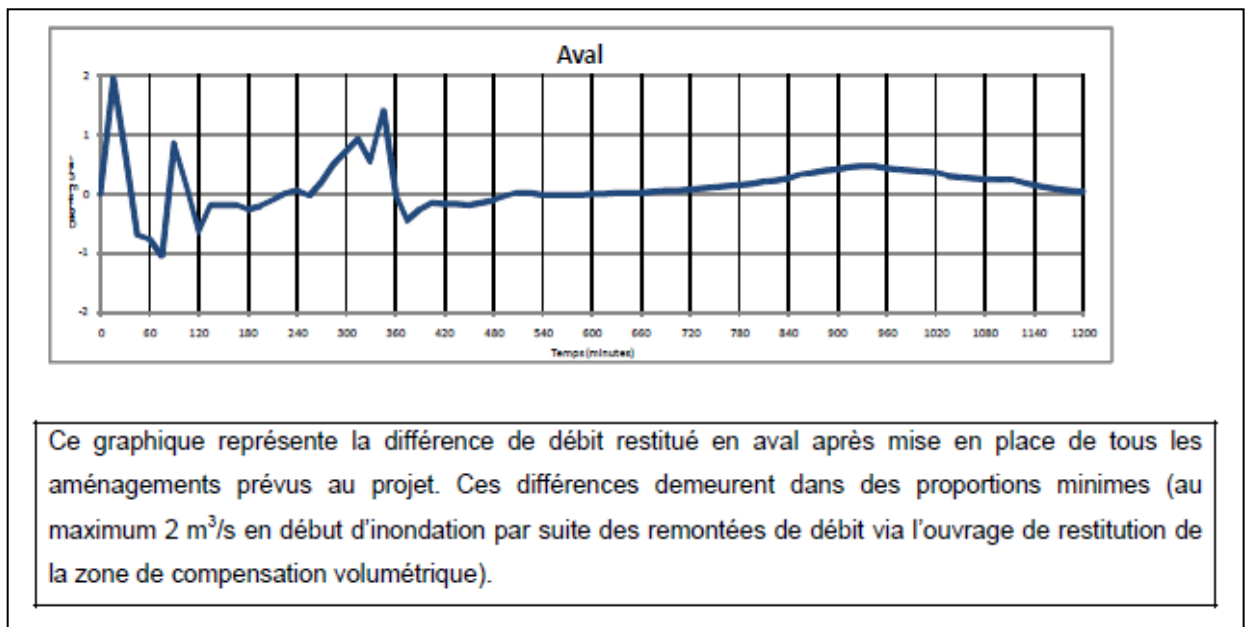


Figure 16 : Comparaison, pour une crue centennale, des débits avant et après les travaux d'aménagement de la déviation routière de Coutelieu (source : IRIS Conseil)

Enfin, le projet étant envisagé en remblai dans les zones inondables du Nantay, il entraînait une perte de surface submersibles en crue et donc de la capacité d'écrêtement. Aussi, les cabinets SINBIO et IRIS Conseil, ont défendu un scénario de compensation selon les postulats suivants :

- **Déviations du ruisseau du Nantay en amont du projet routier et dans le village de Coutelieu ;**
- **Création d'une zone décaissée en rive gauche du nouveau tracé de cours d'eau, offrant un volume de 4400 m³ favorable à l'écrêtement ;**
- **Mise en place d'un ouvrage de franchissement du Nantay avec des dimensions de 5m(L)x2.2 m(h) proposant une capacité hydraulique de l'ordre de 25 m³/s (soit supérieure à la centennale)**
- **Mise en place de trois ouvrages de décharge assurant la transparence de la déviation routière vis-à-vis des écoulements en lit majeur du Nantay.**

Si on se réfère désormais aux principaux résultats de la modélisation hydraulique réalisée en 2011 et à l'évaluation des impacts du projet routier, il semble que sa transparence soit en effet assurée. Le graphique ci-dessous montre que les augmentations de débits n'excèdent jamais 10 % et sont observables lors des six premières heures de la crue centennale modélisée. En outre, IRIS CONSEIL relativise l'efficacité de son modèle quant à la représentation des phénomènes de rétention.

Au regard de ces résultats, retenir les débits de pointe caractéristique calculés lors de l'étude globale de 2011 et ne tenant pas compte du projet de déviation de Coutelieu semble un postulat acceptable et, probablement, légèrement pessimiste.

3.4 Modélisation de l'état existant

-Topographies utilisées (cf. pièce graphique 16.024-AVP-01)

La modélisation a été réalisée à partir de campagnes de topographies réalisées en 2016 et en 2011 (à l'occasion de la première étude). Au final, la base de données topographique contient, pour l'état actuel, 36 profils en travers répartis entre un profil en travers (P35) situé en aval immédiat de la voie SNCF et un profil (P0) situé environ 550 m en aval de la voirie communale, soit environ 2400 m. Ont été intégrés au modèle : 7 ouvrages de franchissement du Nantay, et le seuil latéral situé immédiatement en aval de la voie SNCF (voir figure 9). Afin de tenir compte de la configuration perchée du Nantay et des débordements induisant des étalements en lit majeur, une partie des lignes des berges a été modélisée comme un déversoir latéral avec retour ou non du débit déversé vers le Nantay, en un point situé plus en aval.

-Principe de la modélisation et définition des coefficients de Strickler

Le modèle de l'état actuel a été calé en retenant des coefficients de rugosité assez proches de ce qu'on observe habituellement sur ce type de cours d'eau (Stricklers de 25), et par ailleurs cohérent avec le modèle réalisé en 2011. Un calage du modèle à partir d'une ligne d'eau observée et d'un débit mesuré, en crue ou au module, pourra compléter avantageusement cette démarche. La modélisation est réalisée selon un régime mixte (fluvial et torrentiel), avec une condition limite aval correspondant à la hauteur normale. Premiers résultats et points particuliers influençant les écoulements en lits mineurs et majeur (cf. pièce graphique 16.024-AVP-01) En aval immédiat de la voie SNCF, entre les profils P35 et P27, le Nantay déborde en premier lieu en rive droite dans la parcelle 19, où il bénéficie de ralentissement dynamique, favorable à la protection de la Championnière, avant un retour au lit mineur en amont de l'ouvrage de franchissement de la RD77d. Sur ce même tronçon, pour des périodes de retour comprises entre 2 et 5 ans, le Nantay déborde puis s'étale en rive gauche, vers le camp militaire, vraisemblablement sans retour au lit mineur (parcelles 18, 17 et 11).

Au droit de l'OA1 (figure 17), pour des périodes de retour infra biennales, à la faveur d'un ancien ouvrage agricole de déversement en lit majeur, le Nantay se déleste d'une partie de son flux liquide

vers un fossé orienté vers le camp militaire. A l'extrémité aval de cet émissaire, deux buses diamètre 600 équipées de dégrillages, semblent concernées par des embâcles (voir figure 17 ci-dessous). De fait, elles sont probablement à l'origine de débordements dans les parcelles agricoles 25 et 1 à 10 et sur le chemin bordant le camp puis l'aérodrome. Selon la topographie et après échange avec les riverains, il semble que ces eaux participent effectivement à l'accumulation d'eaux à l'intersection entre l'aérodrome et la RD77d. Cela dit, il faut retenir qu'en amont de ce point dur, l'étalement en lit majeur précédemment évoqué participe bel et bien du laminage de crue dans des secteurs moins vulnérables que la RD77d et plus encore de la Championnière.



Figure 17 : Illustration des dispositifs de surverse au droit de l'OA1 (source : BIOTEC octobre 2016)

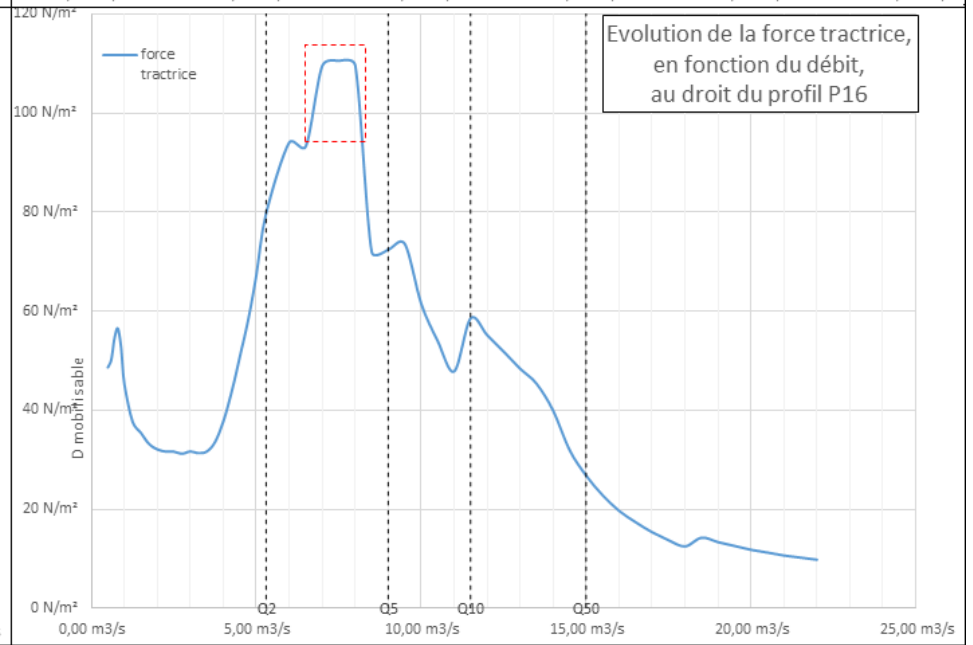
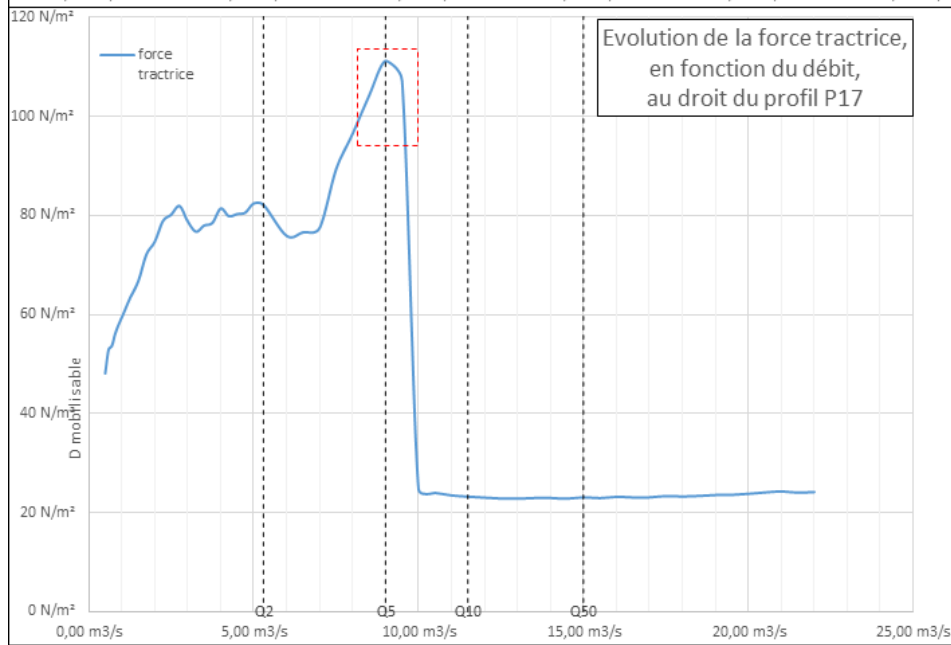
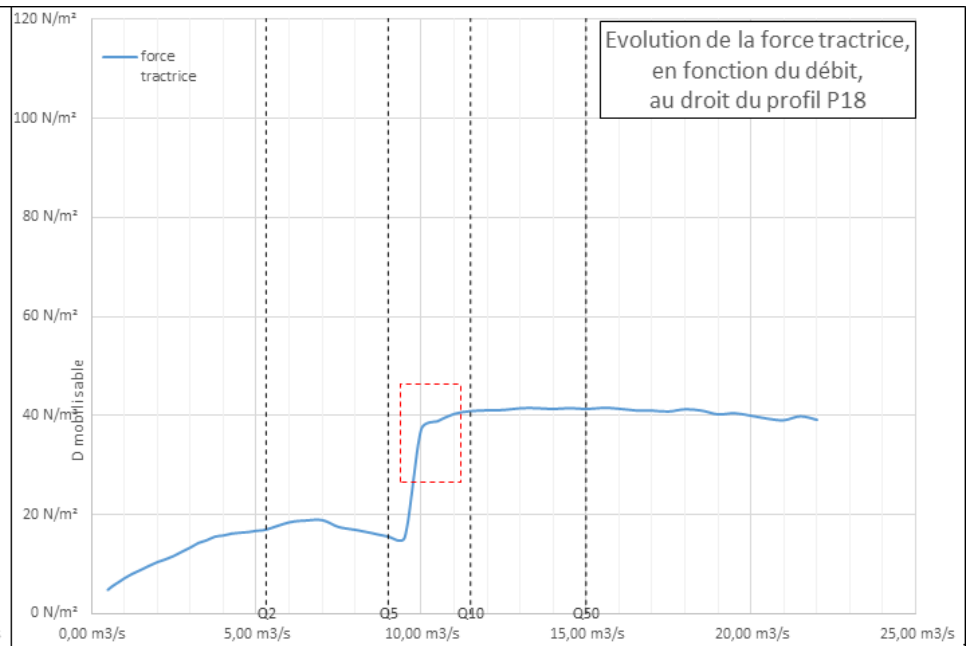
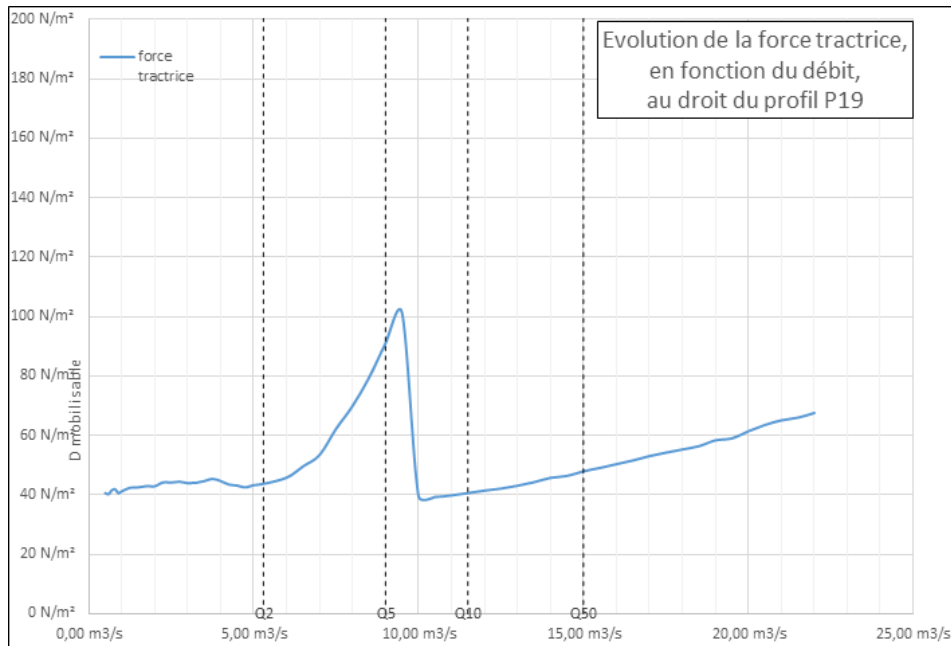
L'ouvrage de franchissement (voir figure n°18 ci-dessous) de la RD77D est dimensionné pour une période de retour de cinquante ans environ (hors écrêtement amont).



Figure 18 : Ouvrage OA3, permettant le franchissement de la RD77 par le Nantay (source : BIOTEC octobre 2016) et Illustrations d'un des exutoires dans le Nantay des canalisations diamètre 300 franchissant la RD77 (source : BIOTEC octobre 2016)

Entre les profils P21 et P17, dès des périodes de retour de deux ans (hors écrêtement amont, décennal si on en tient compte) le Nantay déborde préférentiellement en rive droite, dans des parcelles agricoles cultivées (44, 46, 47, 48, 49, 50, 51 et 52). La période de retour de débordement sur la RD77 est alors de 10 à 20 ans. Entre les profils 17 et 13, soit en amont immédiat de la Championnière, l'aléa de débordement sur la voirie départementale a une période de retour biennale (hors écrêtement amont mais en considérant le retour de débit au droit de l'aérodrome) et il en est de même en rive droite.

Les deux exutoires des buses venant de l'aérodrome sont noyés pour des débits proches de 2 m³/s dans le Nantay, soit une période de retour inférieure à 1 an, empêchant alors une évacuation optimale des eaux pluviales agricoles, routière et venant de l'aérodrome



3.5 A propos des contraintes appliquées au talus de la route départementale

A partir de la modélisation hydraulique, il est possible de calculer une évolution des forces tractrices en fonction du débit transitant dans le Nantay. Ce paramètre traduit les pressions exercées par le cours d'eau sur son lit et ses berges et constitue donc un indicateur du potentiel érosif que le ruisseau constitue. Les résultats ainsi obtenus pour 4 profils en travers situés en bord de RD77 sont traduits sur les graphiques ci-contre. On retiendra que :

- Pour des périodes de retour comprises entre 5 et 10 ans, on observe (rectangle rouge sur les graphiques ci-contre) des évolutions brusques de la force tractrice (à la baisse ou à la hausse) traduisant le débordement du cours d'eau déjà évoqué (il convient de noter qu'au-delà de cette zone de débordement, l'exploitation des graphiques n'est plus pertinente : en effet, le caractère perché du cours d'eau ne permet plus au modèle de traduire la réalité des hauteurs d'eau, vitesses et pentes de la ligne d'énergie et donc celle des forces tractrices) ;
- Si on se concentre sur des débits dont la fréquence est suffisamment grande (période de retour de 2 ans) pour avoir une influence sur les érosions en berge, on constate que les intensités de la force tractrices sont beaucoup plus faibles pour les profils 19 et 18 (20 à 40 N/m²) que pour les profils 17 et 16 (80 N/m²). Géographiquement cette observation est cohérente avec les érosions et effondrement de talus illustrés précédemment.

A la lumière de ces calculs, et en retenant aussi que la végétation implantée sur la rive droite renvoie une partie des flux sur le talus routier, on peut donner au projet une ambition d'abaissement d'intensité de la force tractrice (par augmentation de gabarit et/ou par abaissement de la fréquence de débordement en rive droite), notamment pour le tronçon situé entre l'aérodrome et l'amont immédiat du hameau de la Championnière.

3.6 A propos de l'aléa hydraulique dans la Championnière

Cinq ouvrages jalonnent la traversée du hameau de la Championnière. Sur la base des modélisations il apparaît que deux d'entre eux se mettent en charge pour des débits de l'ordre de 3.7 m³/s soit une période de retour inférieure à 2 ans. Il s'agit des ouvrages OA8 et OA10 présentés sur la figure ci-après.



Figure 19 : Illustration des deux ouvrages nettement sous dimensionnés pour une période de retour biennale (OA8 à gauche et OA10 à droite) dans la traversée de la Championnière (source BIOTEC, septembre 2016)

La reprise de l'ouvrage OA10 paraît faisable au regard de sa situation sous voie communale et avec un champ de contraintes assez faible (hors réseaux d'assainissement). Elle permettra d'envisager un dimensionnement pour une période de retour de l'ordre de 10 ans et donc d'annuler la submersion de la route pour des crues courantes. Cette augmentation de capacité contribuera par ailleurs à abaisser la ligne d'eau sur environ 100 m en amont : l'aléa d'inondation au droit des parcelles habitées 223 à 229 s'en trouvera lui aussi réduit. L'OA8, quant à lui, paraît difficilement modifiable au regard de sa situation sous habitation (parcelle 192, 193 en rive gauche et 158 en rive droite). Cela dit,

même si un redimensionnement était faisable, il convient de signaler que le gain sur l'aléa d'inondation serait faible car le lit présente des sections dimensionnées pour des périodes de retour de l'ordre de 5 ans. De façon synthétique, il faut donc retenir qu'une intervention sur l'OA8 serait nécessairement colossale en termes de travaux pour des gains hydrauliques assez faibles.



Figure 20 : Illustration des deux ouvrages dimensionnés pour une période de retour proche de la biennale (OA6 à gauche et OA7 à droite) dans la traversée de la Championnière (source BIOTEC, septembre 2016)

Si remplacer ces deux arches par des ouvrages de section rectangulaire (cadre ou ouvrage de type PIPO, voir figure n°20 en page 24) semble techniquement envisageable, cette perspective aura sans aucun doute un impact sur les aspects paysager et patrimoniaux, sans offrir une évolution hydraulique significative (à l'image de l'OA8). En effet, si on considère le gabarit maximum qu'on peut donner à ces ouvrages (2.2 m (L) x1.3 m (h)) et la pente d'équilibre du Nantay dans ce secteur, le gain hydraulique estimé sera de 0.5 à 1 m³/s.

3.7 Définition des principes hydrauliques régissant le projet

Pour mémoire les enjeux hydrauliques alloués à l'opération sont les suivants :

- **Réduire l'aléa de débordement sur la RD77 entre Coutelieu et la Championnière ;**
- **Supprimer les contraintes sur le talus de la RD77 ;**
- **Ne pas aggraver l'aléa dans le village de la Championnière et, si possible, le réduire;**
- **Résoudre le sous dimensionnement hydraulique de l'ouvrage de franchissement situé immédiatement en aval de la Championnière.**

Considérant ces objectifs, les principes d'aménagement seront influencés par les prises de position hydrauliques suivantes :

- **Entre la voie SNCF et l'OA1, il convient de conserver un potentiel de débordement en rive gauche**, notamment via le fossé qui suit le seuil latéral situé au droit de l'OA1. Cet étalement potentiel de la crue, dans des zones à faible vulnérabilité, est effectivement favorable au ralentissement dynamique et à la protection de la Championnière.
NB : Cela dit il conviendra, lors d'une reconnaissance de terrain par temps de pluie, de confirmer ce mode de fonctionnement et de vérifier qu'aucune zone à enjeu n'est impactée : à cette fin, une visite de terrain en crue est envisagée, avec la présence conjointe de BIOTEC, du SBVA, des représentants de l'armée et des exploitants agricoles. Pour mémoire, l'opération envisagée ne vise pas à résoudre les problématiques d'assainissement de l'aérodrome et des parcelles cultivées voisines.
- Sur ce même tronçon, il paraîtrait opportun **de renforcer l'effet de ralentissement dynamique permis par la parcelle 19** en positionnant le lit vif du Nantay en son point bas, en ménageant un lit majeur selon des faibles pentes offrant ainsi un espace d'étalement significatif tout en conservant un lit d'étiage préférentiel.

- Au droit de l'aérodrome, l'inondation actuelle induite par le sous dimensionnement des canalisations diamètre 300 traversant la RD77, contribue elle aussi à protéger le hameau de la Championnière. Si la zone est vulnérable (RD77 et aérodrome), elle l'est moins que le hameau de la Championnière. **Il conviendra donc de vérifier que le projet, à minima, n'aggrave pas la fréquence et l'intensité des inondations en cet endroit et de prévoir des zones préférentielles d'écoulement en exutoire des deux canalisations diamètre 300 susmentionnés (prolongement ou réalisation de noues) ;**
- Entre l'OA2 et le village de la Championnière, au-delà de **l'éloignement du lit vif de la RD77d afin de soulager le talus routier**, il s'agit de rechercher une géométrie de lit offrant des primes débordements en rive droite soit vers les parcelles cultivées situées au nord puis vers le fossé situé aux points bas de ces parcelles. Ainsi, une nouvelle fois, l'étalement de la crue permettra d'écarter les débits de pointe ;
- **En aval de la Championnière, il convient de remplacer l'ouvrage de franchissement actuel (2x1000) par un ouvrage de type PIPO** (voir illustration sur la figure 21 suivante) offrant une capacité hydraulique plus importante et abaissant ainsi la ligne d'eau en amont (2.4x1.5 m en première approche). Les quatre ouvrages de franchissement dans la Championnière, quant à eux, ne feront pas l'objet d'intervention.



Figure 21 : Exemples d'ouvrage de type PIPO mis en place sur la Dronne (commune de Bussière Gallant-87, photo gauche) puis sur le Boussivre (Commune de Saint Marcel l'Eclairé-69, photo droite), maîtrise d'œuvre assurée par les soins de l'équipe BIOTEC.

4. CONTRAINTES ET POSTULATS

Pour l'ensemble des interventions proposées, ce sont inévitablement les contraintes et enjeux associés à la nature des infrastructures en place, aux usages éventuellement maintenus, puis à la volonté de développer un projet durablement fonctionnel et à forte valeur ajoutée, qui ont guidé la détermination du « champ des possibles ». Concernant le travail de renaturation du Nantay, l'objectif est double. En premier lieu, sécuriser la voirie RD 77 et ne pas aggraver le risque inondation en éloignant le tracé du ruisseau de son emprise et en lui permettant de s'étaler au droit de secteur où l'enjeu est plus faible. Pour ce faire, deux niveaux d'ambitions présentés sous forme de deux scénarii ont été établis. En second lieu, l'objectif est de favoriser la biodiversité au droit du ruisseau mais également de son lit majeur. A ce titre, il est essentiel de rappeler qu'il ne pourra être parlé de restauration biologique sans restauration physique du ruisseau. Enfin, concernant le rétablissement de la continuité écologique au droit du franchissement de la voirie communale, l'idée défendue est qu'aucun dispositif de type passe à poissons, etc. ne concurrencera jamais, en termes de plus-value pour le milieu, l'absence d'ouvrage ou l'effacement de son impact. Dans cette acceptation, les principes essentiels ayant guidé la réflexion et permis de déterminer les principales dispositions techniques du scénario in fine promu, sont les suivants :

- Rechercher à « **dessiner** » un nouveau tracé pour la rivière proche d'un modèle d'équilibre en s'écartant au maximum de la voirie existante et ce dans l'objectif de supprimer le danger de remise en cause de l'accotement, de chute d'un véhicule au sein du lit puis de limiter au maximum le risque de submersion de la voirie en période de crue ;
- **Promouvoir un nouveau profil en long d'équilibre, proche de la pente « naturelle » de la rivière** en ce secteur géographique, c'est-à-dire avoisinant 0,35 % tout en recherchant à mettre en scène une succession de radiers longs afin d'accélérer la « cicatrisation » du Nantay puis de favoriser la diversité des écoulements et donc des habitats en place ;
- **Maintenir un espace de « bon fonctionnement » suffisant pour la rivière** de manière à lui laisser la possibilité « de travailler » en maintenant des fronts d'érosion au droit de secteurs sans enjeux puis surtout limiter au maximum les dispositifs usuels de stabilisation du lit ou/et des berges de façon à permettre **une juste dissipation de l'énergie hydraulique** et éviter à l'avenir de devoir éventuellement ré-intervenir en vue de conforter les aménagements réalisés ;
- **Veiller à retrouver des conditions attractives en termes d'habitat pour la faune aquatique y compris au sein de la traversée du hameau de la Championnière** (recréer notamment, et à ce titre, un matelas alluvial biogène) ;
- **Ne pas aggraver le risque inondation** en veillant à restreindre la présence d'ouvrages limitant entraînant des débordements **au droit du hameau de la Championnière** ;
- **Proposer des dispositions assurant le retour du transit des flux biologiques et sédimentaire** ;
- **lutter contre l'incision du lit et, surtout, limiter les forces s'exerçant sur celui-ci en aval du hameau** (favoriser la déperdition d'énergie des écoulements en permettant, notamment, le rétablissement de conditions de débordement facilitées au droit de tronçons sans enjeux au regard des biens et des personnes) ;
- Rechercher à **établir un équilibre entre les déblais et les remblais produits sur site** afin de limiter les impacts de chantier (souci de développement durable).

5. NATURE DES INTERVENTIONS A CONDUIRE

Sur la base des données à disposition, des éléments de diagnostic, spécificités et caractéristiques du tronçon de cours d'eau considéré, puis des attentes et recommandations du mandant, les propositions d'aménagement ont donc été guidées par le respect des préoccupations et exigences majeures délivrées ci-avant. Elles sont désormais représentées à travers les pièces graphiques n°16.024-AVP-02 à 16.024-AVP-06 accompagnant la présente note.

Concernant les travaux nécessaires au droit du tronçon amont du hameau de la Championnière, la pleine réussite des objectifs fixés (la mise en sécurité de la voirie existante, la non-aggravation du risque inondation puis la nécessité de proposer une véritable plus-value morpho-écologique au lit du Nantay) est étroitement liée à la possibilité pour la rivière à retrouver un plus ample espace de fonctionnalité lui permettant ainsi de s'étaler et ainsi de ralentir l'onde de crue, de travailler c'est à dire d'avoir l'espace suffisant pour trouver son équilibre en terme de tracé puis de profil en long. Il est donc acquis que le niveau d'ambition du projet sera étroitement lié à l'emprise disponible pour le Nantay. Ainsi, il est proposé au travers du plan de situation 16.024-AVP-02 la mise en œuvre de deux scénarii. Si dans le cas du premier scénario, l'emprise nécessaire, de l'ordre d'une vingtaine de mètres, permet d'extraire le ruisseau du Nantay de son corridor rectiligne en contact direct avec la voirie en lui procurant une certaine sinuosité, il apparaît que le second scénario, qui nécessite une bande de l'ordre de soixante mètres permettrait d'entrevoir, au-delà de la diminution plus marquée du risque de submersion pour la voirie, la création d'un plus ample corridor végétalisé favorable à la faune et la flore au droit d'un secteur malheureusement très ouvert et essentiellement occupé par de vastes parcelles agricoles ou les « zones refuges » ont très fortement régressé depuis l'après-guerre.

A noter qu'un troisième et ultime scénario a été écarté du « champ des possible » au stade des premiers échanges techniques. Il consistait à dévier la rivière de son tracé y compris dans la traversée du hameau de la Championnière et ce dans l'objectif de ne plus être confronté au risque de débordement. Même si, à première vue, ce scénario paraît plausible puisque, pour mémoire, le meilleur moyen de ne pas connaître le risque est de ne pas s'y exposer, la tenue d'un tel projet n'apparaît pas réaliste. En effet, l'absence d'écoulement au sein de la traversée de commune ou la présence de nombreux exutoires pluviaux sont présents risque de générer de nombreux problèmes de nuisances olfactives en période estivale ou l'ancien lit ne constituera plus qu'un « exutoire à ciel ouvert ». De plus, les habitants sont dans l'ensemble attachés à la présence de l'eau dans la traversée du hameau, il apparaît donc difficile de supprimer la présence de cette entité qui marque de manière forte le paysage.

Concernant l'ouvrage situé sous voirie en aval direct du hameau et qui constitue un point de blocage pour la continuité écologique, il est important de préciser que la pleine restauration de la « transparence » piscicole et sédimentaire ne peut s'envisager avec succès qu'à travers la suppression de l'effet d'obstacle/de la hauteur de chute. L'effacement des impacts de l'ouvrage devra nécessairement être accompagné de mesures visant à prévenir/intégrer de la meilleure des manières les évolutions physiques du lit à suivre. Dès lors, et dans l'objectif d'assurer une restauration physique opportune de la rivière tout en garantissant la pérennité de l'accès vers la tête de bassin à la faune aquatique dans son ensemble, seul un programme d'aménagement s'attachant à favoriser un rehaussement des fonds du lit à l'aval de l'ouvrage de franchissement peut être défendu. De manière synthétique, les principaux travaux de restauration morpho-écologique et fonctionnelle du Nantay in fine défendus sont donc les suivants :

- **dévoisement du lit de la rivière en aval du franchissement de la voirie SNCF à l'endroit de la parcelle rive droite puis en aval du franchissement jusqu'à l'entrée du hameau (prestation de reméandrage sur 1300 ml environ) en vue de « casser » le caractère rectiligne du tracé actuel puis reprofilage des talus riverains en déblai sur l'essentiel du linéaire de cours d'eau jusqu'à l'entrée du hameau de façon à « ouvrir » le gabarit du lit afin de permettre l'étalement de la lame d'eau de manière à favoriser le ralentissement dynamique des crues puis dans une moindre mesure de diminuer les pressions sur les fonds (souhait de participer à la déperdition d'énergie des écoulements et limiter les conditions de remobilisation du matelas alluvial recréé), y compris remblaiement partiels ou total des**

tronçons « abandonnés » de l'actuel lit au moyen des excédents de terrassement issus du site (cf. profils de terrassement I à III – scénarii I-II, doc. n°16.024-AVP-05);

- **réinjection d'une couche de matériaux graveleux d'apport ou pour partie issus des terrassement en déblais** (de nature et granulométrie adaptées) **pour recréation d'un matelas alluvial biogène au sein du lit du Nantay** de façon à développer une pente du Nantay proche de 0,35 % en veillant à créer les conditions pour la formation de radier longs (de l'ordre de 8 à 10 mètres de longueur et d'une pente de 1 à 1,25 % favorables à la diversifications des fonds) de manière à reconstituer des substrats adaptés puis de limiter le risque de retrouver (au sein de parcelles agricoles très largement remaniées) un horizon de sol peu biogène ;

Concernant les questions de diversification physique, le « nouveau lit » présentera un gabarit permettant l'identification d'un chenal préférentiel d'écoulement ou chenal d'étiage, puis les rives situées en intrados de méandre demeureront de profils plus doux que celles situées en extrados. De ce point de vue, le lit en section sera, bien entendu, dissymétrique en fond dans les courbures et plus symétrique au droit des points d'inflexion entre les sinuosités, et ce, afin de développer des caractéristiques proches des modèles naturels. L'adoption de talus de profils doux et variés en rives permettra de travailler selon des méthodes simples de végétalisation puis (hormis au point de connexion entre l'ancien et le nouveau tracé à l'aide de technique issue du génie végétal) sans aucun ouvrage de confortement de berge. De manière à engager la formation de successions radiers/mouilles puis réduire le risque d'érosion régressive une fois les travaux réalisés, des matériaux graveleux issus du site ou d'apport seront complémentarément régalez sous la forme de « bancs transversaux » au sein des zones de basculement entre deux méandres, puis en des endroits choisis. Parallèlement et à des fins d'amélioration de l'attractivité du nouveau lit créé, des structures de diversification des écoulements puis des habitats seront favorisées via la mise en place de troncs d'arbres et souches (issus des travaux forestiers) éventuellement solidement fixées en berges (enterrement profond ou fixation au moyen de pieux battus mécaniquement en pied de rives).

- **mise en scène de banquettes basses alternes, affleurantes constituées de matériaux graveleux** de manière à favoriser la création d'un chenal d'étiage **au sein de la traversée du hameau de la Championnière** ;
- **dépose de l'ouvrage type buse (2x1000) en aval direct de la traversée du hameau puis remplacement par un ouvrage de type PIPO** offrant une capacité hydraulique plus importante et abaissant ainsi la ligne d'eau en amont ;
- **rehaussement des fonds du lit du Nantay actuellement incisé en aval de l'ouvrage (sur près de 200 mètres) de manière à se rapprocher du plancher du lit du Nantay avant incision** par mise en place d'une couche de matériaux terreux sur une épaisseur moyenne de 0,5 à 0,8 mètre, surmonté d'une couche de matériaux caillouteux d'apport (de nature et granulométrie adaptées) de l'ordre de 30 cm d'épaisseur dans le souci de reconstituer des substrats biogènes – (cf. profil type I, doc. n°16.024-AVP-04) ;
- **mise en scène de 15 rides transversales et successives en aval de la rampe visant à créer un étagement régulier du lit selon des chutes de l'ordre de 10 cm - pente entre les ouvrages de 0,5 % à l'achèvement du chantier** – et mise en scène de la crête de chacun de ses ouvrages à l'aide de matériaux graveleux et caillouteux selon une physionomie de radier, permettant de guider les écoulement au sein d'un chenal préférentiel en période d'étiage ;

Au final, et une fois les travaux de terrassement finalisés, l'ensemble des surfaces travaillées sera ensemencé au moyen d'un mélange grainier adapté puis une réinstallation et stratification de la végétation sera favorisé, en des endroits choisis le long du nouveau tracé, à travers la plantation, en massifs et de manière disséminée, rive gauche et droite, de boutures/pieux de saules et de jeunes plants arbustifs d'essences variées, indigènes et adaptées.



Figure 22 : Vue successive des travaux de léger déviation et de rehaussement du lit de la Turdine à l'aval du seuil dérasé des Blanchisseries, à Tarare (dept.69) - chantier finalisé en fin d'année 2012 / images chantier « avant » (image haute et gauche/ février 2008), puis « pendant » (images haute et droite, puis médianes/ sept. 2012) ainsi qu'« en fin de chantier » (image basse/ oct. 2012) - Conception, photos et maîtrise d'œuvre : Equipe d'ingénieurs d'étude de Biotec.

6. A PROPOS DE « L'IMPACT FONCIER »

Aménager les abords de cours d'eau, surtout lorsqu'il s'agit de milieux aussi anthropisés, tout en respectant les équilibres naturels comme le réclame le législateur à travers la promulgation de la Loi sur l'Eau et ses récents décrets d'application, relève alors d'un exercice délicat nécessitant invariablement, dans un souci de succès, d'accepter des concessions telles que la libération d'emprises foncières, permettant notamment l'adoucissement des pentes de berges, la réimplantation volontaire de végétation pour répondre à tous les objectifs du projet. **Chacun des deux scénarii présentés précédemment aura nécessairement des répercussions quant à l'occupation des sols et les usages.**

S'il est admis par l'ensemble des intervenants (depuis la réunion du comité de pilotage qui s'est tenue le 09 mai 2016) que l'accès aux parcelles sera garanti par la voirie située à l'opposé de la zone de travaux (cf. doc 16.024-AVP-02) puisque pour mémoire, le code rural interdit la création d'enclaves non accessibles à l'exploitant, il est essentiel de cerner les contours des emprises foncières nécessaires à la tenue d'un tel projet de manière à permettre au mandant d'engager une phase de négociation. Il est néanmoins important de garder à l'esprit que les surfaces proposées à ce stade de conception sont susceptibles d'évoluer en phase ultérieure (PRO) en fonction des « doléances » des différents propriétaires concernés puis des besoins du projet.

Pour le secteur à l'amont de Championnière, le scénario 1 avec une emprise de 20 mètres nécessite au total une surface de 3,28 ha et le scénario 2 avec une emprise de 60 mètres nécessite 6,95 ha. Pour les deux scénarios, les travaux à l'amont de Championnière concernent 10 parcelles pour partie incluse et une parcelle complète. Neuf propriétaires privés ont été identifiés et ces parcelles font l'objet d'exploitations agricoles. Le SBVA en partenariat avec le conseil départemental et la commune souhaitent privilégier la concertation et la négociation avec les propriétaires et exploitants pour permettre la réalisation de cette opération. Ainsi, toutes les solutions seront étudiées en phase ultérieure : convention, acquisition...

7. ANALYSE ET INCIDENCES DE CHACUN DES SCENARII AU STADE AVP

Dans le souci de permettre au mandant et aux partenaires institutionnels d'aboutir à un choix, il apparaît nécessaire de tenir au stade Avant-Projet une analyse comparative des « Avantages - Inconvénients » de chacun d'entre eux.

Enjeux	Scénario 1 : emprise de l'ordre de 20 mètres	Scénario 2 : emprise de l'ordre de 60 mètres	Scénario 3 : dévoiement de la traversée du hameau
Hydraulique	Scénario ne supprimant pas totalement le risque de submersion de la voirie pour des épisodes de crues exceptionnelles ;	Scénario permettant de supprimer le risque de submersion de la voirie même pour des crues exceptionnelles ;	Scénario permettant de s'affranchir du risque inondation au droit de la traversée du hameau de la Championnière ;
	/	/	Nécessité d'une reprise totale du réseau des eaux pluviales couteuse et techniquement très complexe ;
Foncier	Emprise parcelles rive droite : bande de 20 mètres (total : 3,2 ha)	Emprise parcelles rive droite : bande de 60 mètres (total : 6,9 ha)	/
	Scénario permettant de répondre aux objectifs fixés dans une bande d'emprise plus restreinte et donc moins impactante pour les usages (emprise foncière : plus de 3 ha) ;	Scénario nécessitant une importante emprise foncière au droit de parcelles où les usages sont forts (zone de grandes cultures - près de 7 ha) ;	Scénario très impactant car nécessitant de "couper en deux" l'intégralité des parcelles agricoles rive droite et d'établir des franchissements pour chacune d'entre elles conduisant à une importante artificialisation du ruisseau renaturé ;
Voirie : RD 77	Maintien d'une bande minimale de 10 mètres entre la voirie et le tracé proposé	Maintien d'une bande minimale de 25 mètres entre la voirie et le tracé proposé	/
	Scénario ne permettant pas de retrouver un espace de fonctionnalité suffisant pour permettre au Nantay de "travailler" sans aucunes contraintes (maintien de la route à 10 mètres localement) ;	Scénario garantissant une plus grande mise en sécurité de la voirie puisque plus éloignée (maintien d'une bande minimale de l'ordre de 25 mètres entre la voirie et le tracé proposé) ;	/
Ecologique	Scénario assurant le retour d'un cordon rivulaire mais qui ne permet pas d'envisager la création de nombreux milieux annexes ;	Scénario plus ambitieux où la plus grande emprise disponible (plus de 6 ha) permet d'envisager la création d'un corridor végétal plus dense, plus large et permet de mettre en scène une mosaïque de milieu bien plus diversifiée en terme de typologie (mares sèches, mares humides, noues...), de surface puis de forme ;	Scénario plus ambitieux où la plus grande emprise disponible permet d'envisager la création d'un corridor végétal plus dense ;
Paysager	Scénario assurant le retour d'un cordon rivulaire permettant de marquer le paysage ;	Scénario assurant le retour d'un cordon rivulaire permettant de marquer le paysage ;	Scénario assurant le retour d'un cordon rivulaire permettant de marquer le paysage ; Suppression du "corridor bleu" dans la traversée du hameau ;
Financier	520 000 euros HT (estimation AVP)	575 000 euros HT (Estimation AVP)	Non évalué

Figure 23 : tableau comparatif des scénarii de renaturation du Nantay au droit et en amont du hameau de la Championnière.

A ce stade de conception et suite à la réunion du comité de pilotage en date du 08 novembre 2016, il est admis que le scénario à envisager est le scénario 1 correspondant au projet de renaturation dans une bande d'emprise de l'ordre de 20 mètres. Il est donc confirmé que le scénario de dévoiement du hameau apparaît irréalisable. Enfin, le scénario 2 dont l'emprise nécessaire est de l'ordre de 60 mètres est, à ce stade non accepté car jugé comme incompatible avec les usages en place.

8. A PROPOS DE LA REGLEMENTATION

A priori (sous réserve de l'avis des autorités compétentes) et selon la nomenclature en vigueur, les travaux prescrits au titre de la renaturation du Nantay nécessiteront l'établissement **d'un dossier préalable d'autorisation au titre du Code de l'Environnement (selon rubriques 3.1.2.0 et 3.1.5.0)**. Bien entendu et dans un souci de préservation du milieu en phase travaux, il devra être procédé à la création d'ouvrages de dérivation provisoires et à « l'isolation » des zones de travail pour les travaux de rétablissement de la continuité écologique au droit de l'ouvrage aval du hameau. Pour ce faire, deux batardeaux transversaux devront être établis à titre temporaire en amont et en aval immédiat de chaque tronçon de cours d'eau successif travaillé, une conduite souple circulaire et de diamètre adapté devant être capable « d'entonner » le débit de la rivière entre ces dispositifs à la période d'intervention choisie.

9. PERIODE DE TRAVAUX ET ORGANISATION GENERALE

Au-delà des contingences administratives et des échanges, tant en termes technique que d'un point de vue administratif, nécessaires avec les représentants de la Police de l'Eau et de la Pêche, les modalités d'organisation des travaux projetés et fenêtres d'interventions disponibles vis-à-vis des périodes de migration des espèces cibles et des faibles niveaux d'eau seront bien les facteurs prédominants dans la désignation de la hiérarchisation des opérations en phase « chantier ». Ces travaux nécessiteront donc le respect d'une planification assez précise, elle-même proposée en fonction de plusieurs facteurs tels que le respect des cycles biologiques, le fait de devoir profiter de la période de repos de la végétation (soit entre la fin septembre et la mi-avril pour les mesures de végétalisation), la nature des terrassements et ouvrages à édifier (hors période de hautes eaux, etc.).

Parce qu'il convient que ces interventions particulières soient menées à une période « sèche » ou, tout au moins, « clémente » d'un point de vue météorologique (afin de régler avec soins les cotes de terrassement), la période propice correspondra donc à la période estivale ou/et automnale (entre juin et septembre pour les terrassements ; vers la mi-octobre pour les interventions de végétalisation). Un tel chantier devrait s'étendre sur une période globale de 12 à 14 semaines. Dans cette acceptation, le planning des principales étapes de l'opération pourrait se présenter comme suit :

Engagement et validation de la phase de négociation foncière	▶	Printemps 2017
Etablissement des documents au stade PRO	▶	Printemps 2017
Dépôt des dossiers réglementaires	▶	Été 2017
Etablissement du DCE	▶	Hiver 2017
Obtention de l'arrêté préfectoral	▶	Fin 2017
Appel d'offres, consultation et choix de l'entreprise adjudicataire	▶	1 ^{er} trimestre 2018
Engagement des travaux	▶	Printemps 2018
Parachèvement du chantier (végétalisation)	▶	Automne 2018
Garantie et suivi des aménagements	▶	deux saisons végétatives, soit jusqu'à automne 2020

Ce planning est une projection dépendant de l'obtention de l'accord des propriétaires et exploitants concernés et des autorisations administratives.

10. PROFIL DE L'ENTREPRISE DEVANT REALISER LES TRAVAUX

Les qualités du personnel et de son encadrement technique réalisant ce type d'interventions conditionnent pour une large part la réussite d'un chantier. Les compétences ainsi que les capacités en moyens et matériels nécessaires aux entreprises qui s'engagent notamment dans la mise en œuvre de ces techniques d'aménagement des cours d'eau sont hybrides et multiples, et celles maîtrisant parfaitement l'ensemble de ces disciplines ne sont pas nombreuses.

Il s'agit en effet de posséder de bonnes connaissances de botanique, de comprendre le fonctionnement d'un hydro-système, de maîtriser les domaines du génie rural et forestier, tout en se montrant capable d'effectuer des travaux plus lourds propres au génie civil (déblais/remblais, terrassements, démontage d'ouvrage, etc.).

Le savoir-faire du bon machiniste, la connaissance du végétal, le sens pratique de la construction et une sensibilité aiguë à l'environnement constituent un amalgame certes difficile à obtenir, mais pourtant indispensable à la maîtrise des techniques. L'outillage indispensable et habituel du jardinier-paysagiste et forestier-bûcheron (tronçonneuses, cisailles d'éclaircie, masses, débroussailleuses, pelles, pioches, serpes, etc.) doit en conséquence s'accompagner d'un niveau certain de mécanisation (pelle hydraulique, dumper, etc.). Par expérience, une équipe de quatre à six personnes constitue un modèle d'organisation adapté pour ce type de travaux. Au-delà d'un effectif de dix, la progression du chantier et l'encadrement deviennent plus difficile.

11. CONCLUSION

Ce sont les connaissances et expériences récentes acquises dans les domaines de la restauration et le réaménagement fonctionnel des cours d'eau qui ont conduit à l'élaboration de ces analyses et prescriptions techniques. Si les avis, consignes et propositions d'intervention qui sont ici développées sont le fruit de l'expérience et de l'observation, et sont, à ce titre, tout à fait opérationnelles, elles rappellent :

- **que les enjeux et problématiques combinés intégrant la non-aggravation des crues, la mise en sécurité de voirie puis de « restauration » de la continuité écologique relèvent d'un exercice parfois délicat** et demeurent systématiquement attachés aux objectifs, niveaux d'ambition et contraintes que l'on se fixe ;
- que face à des cas de figure singuliers, **les procédés les plus simples seront toujours les gages du maximum de succès.**

Mise au point en fonction d'enjeux et cadre stricts, puis d'une philosophie d'intervention «pragmatique» visant à tenir compte et autant qu'il est possible des conditions de fonctionnement naturel du milieu et des pressions anthropiques antérieurement subies, le programme d'actions défendu insiste sur le fait que le principe d'intervention et de veiller à « s'écarter » au maximum des zones à enjeux en favorisant dans le même temps la création d'une mosaïque d'habitats le plus large possible et qui sera nécessairement le support au retour de la biologie.

De par son caractère quelque peu « pilote » et afin d'être « reproductible », une telle opération nécessitera inévitablement suivi, tout au moins au cours des deux premières années et événements hydrologiques subis. Les enseignements alors livrés permettront d'améliorer la connaissance scientifique des concepteurs, puis « d'enrichir » nécessairement de futures autres réalisations.

Lyon, le 19 décembre 2016,
BIOTEC Biologie appliquée,
Adrien HAMM, Sébastien MICHEL

12. ANNEXE 1 : DETAIL QUANTITATIF ESTIMATIF

12.1 Détail Quantitatif Estimatif Scénario 1

Numéro et intitulé du poste	Unité	Quantité	Prix HT unitaire	Montant HT
RECAPITULATIF				
1 - Travaux préliminaires				53 250,00
2 - Travaux forestiers				26 700,00
3 - Fourniture de matériaux et végétaux				75 165,00
4 - Mise en œuvre des aménagements				304 620,00
5 - Equipements annexes				42 500,00
6 - Garantie et suivi des aménagements				19 240,00
Total H.T. :				
Restauration géomorphologique du Nantay à Ambronay				
Scénario 1				521 475,00
TVA 20,0 %				104 295,00
Total T.T.C. :				
Restauration géomorphologique du Nantay à Ambronay				
Scénario 1				625 770,00
Montant des travaux pour la renaturation entre l'ouvrage de la RD 77 et l'entrée du hameau de la Championnière : 355 425 euros HT				
Montant des travaux comprenant la renaturation en amont de l'ouvrage de la RD77, la traversée de la Championnière puis le rétablissement de la continuité écologique en aval du hameau : 166 050 euros HT				

12.2 Détail Quantitatif Estimatif Scénario 2

Numéro et intitulé du poste	Unité	Quantité	Prix HT unitaire	Montant HT
RECAPITULATIF				
1 - Travaux préliminaires				53 250,00
2 - Travaux forestiers				26 700,00
3 - Fourniture de matériaux et végétaux				87 885,00
4 - Mise en œuvre des aménagements				337 855,00
5 - Equipements annexes				42 500,00
6 - Garantie et suivi des aménagements				25 840,00
Total H.T. :	Restauration géomorphologique du Nantay à Ambronay			
	Scénario 2			574 030,00
TVA 20,0 %				114 806,00
Total T.T.C. :	Restauration géomorphologique du Nantay à Ambronay			
	Scénario 2			688 836,00