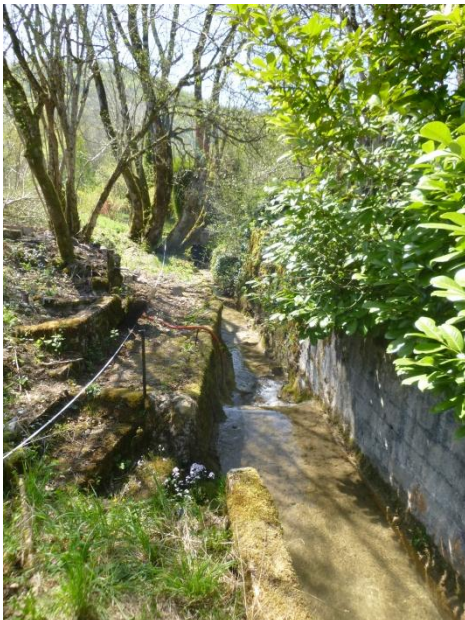


SYNDICAT MIXTE DE LA LOUE



AVANT PROJET DE RESTAURATION DE LA CONTINUITE ECOLOGIQUE DU LA ZONE DE CONFLUENCE DU RUISSEAU D'AMATHAY

Rivière Loue à Montgesoye



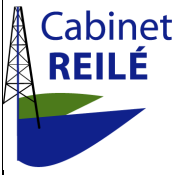
NOTE HYDROLOGIQUE COMPLEMENTAIRE Détermination des débits caractéristiques du ruisseau d'Amathay

TABLE DES MATIERES

Table des matières	3
Tables des figures et tableaux.....	3
Préambule	5
1 Etat initial	7
1.1 Le Ruisseau d'Amathay : présentation générale	7
1.1.1 Contexte géologique et hydrogéologique / bassin d'alimentation du ruisseau d'Amathay ..	7
1.1.2 Mesure des débits du ruisseau d'Amathay	9
1.1.3 Estimation des débits caractéristiques du ruisseau d'Amathay	10
2 Etude de scenarii de renaturation du ruisseau d'Amathay avec la Loue	17
2.1 Rappel des contraintes de franchissabilité de ce tronçon du ruisseau	17
2.2 Proposition de renaturation de la confluence du ruisseau d'Amathey	17
2.2.2 Calibration du lit mineur : maintien d'une lame d'eau favorable à la nage des espèces cibles	17
3.3.3 Aménagements annexes : franchissabilité du radier sous route amont	18

TABLES DES FIGURES ET TABLEAUX

Coupe 1 : détail des moraines glaciaires de la Haute Loue sur profil en long de la vallée (Mettetal).....	7
Carte 1 : Extrait carte géologique 1/50 000	8
Tableau 1 : Jaugeages du ruisseau d'Amathay	9
Tableau 1 : Mesures complémentaires des débits du ruisseau d'Amathay.....	9
Courbe 1 : Comparaison des hydrogrammes du ruisseau d'Amathay, de la Loue à Vuillafans et de la Furieuse du 24 mars avril 7 avril 2016 (données de la Banque hydro).....	10
Courbe 2 : Débits de la Furieuse à Salins les Bains en 2015 (source : Banque hydro)	12
Courbe 3 : Débits classés du ruisseau d'Amathay	13
Courbe 4 : Modélisation SOCOSE de la crue décennale du ruisseau d'Amathay	14
Tableau 1 : Hauteurs de chute extrême et lames d'eau minimales nécessaires sur ouvrage pour permettre la franchissabilité des 3 espèces cible.....	15
Coupe 2 : Diagnostique de franchissabilité des 64 derniers mètres du ruisseau d'Amathay pour un débit de 7.4 L/s.....	16

Avant-projet détaillé de restauration de la continuité écologique de la confluence du ruisseau d'Amathay				
 Cabinet REILÉ Villa Saint Charles 25720 BEURE Agglomération du Grand Besançon tel : + 33 (0)3 81 51 89 76 fax : + 33 (0)3 81 51 27 11 mail : pascal.reile@cabinetreile.fr	Date	Chargés d'étude	Phase	Version
	MAI 2016	Julien Girardot	Complément APD	1

Région Franche-Comté - Département du Doubs

SYNDICAT MIXTE DE LA LOUE

AVANT PROJET DE RESTAURATION DE LA CONTINUITE ECOLOGIQUE DU LA ZONE DE CONFLUENCE DU RUISSEAU D'AMATHAY

Note hydrologique complémentaire

PREAMBULE

La faisabilité d'une restauration de la continuité écologique de la confluence du ruisseau d'Amathay avec la Loue a été étudiée en courant 2015. L'avant projet issu de cette étude est basé sur une connaissance partielle de l'hydrologie de ce ruisseau (4 jaugeages).

Afin d'acquérir une meilleure connaissance de ses débits, un enregistrement a été réalisé du 24 mars au 7 avril 2016. Ces données doivent permettre de mieux dimensionner le projet, de manière à garantir des conditions d'écoulement (lames d'eau, vitesses) rendant accessible au poisson la section de cours d'eau qui sera réaménagée.

1 ETAT INITIAL

1.1 LE RUISSEAU D'AMATHAY : PRESENTATION GENERALE

1.1.1 Contexte géologique et hydrogéologique / bassin d'alimentation du ruisseau d'Amathay

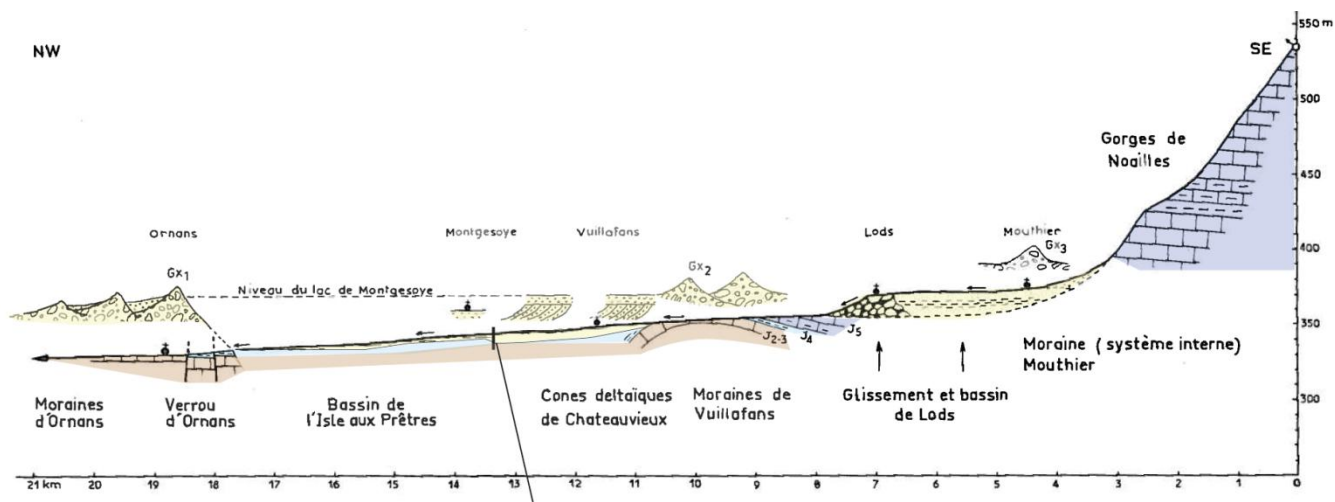
L'amont du ruisseau d'Amathay est karstique, ses sources étant issues des calcaires du Jurassique supérieur qui constituent les versants de la vallée (falaise du rauracien).

En aval du traversée de la route départemental, le ruisseau s'écoule sur les alluvions de la Loue qui à Montgesoye mesurent 7 m d'épaisseur. Cette accumulation d'alluvions est constituée d'une succession de niveaux de graviers alternant avec des lentilles sableuses.

En étiage, bien que présentant des débits très modestes, le ruisseau d'Amathay est pérenne en amont des alluvions de la Loue.

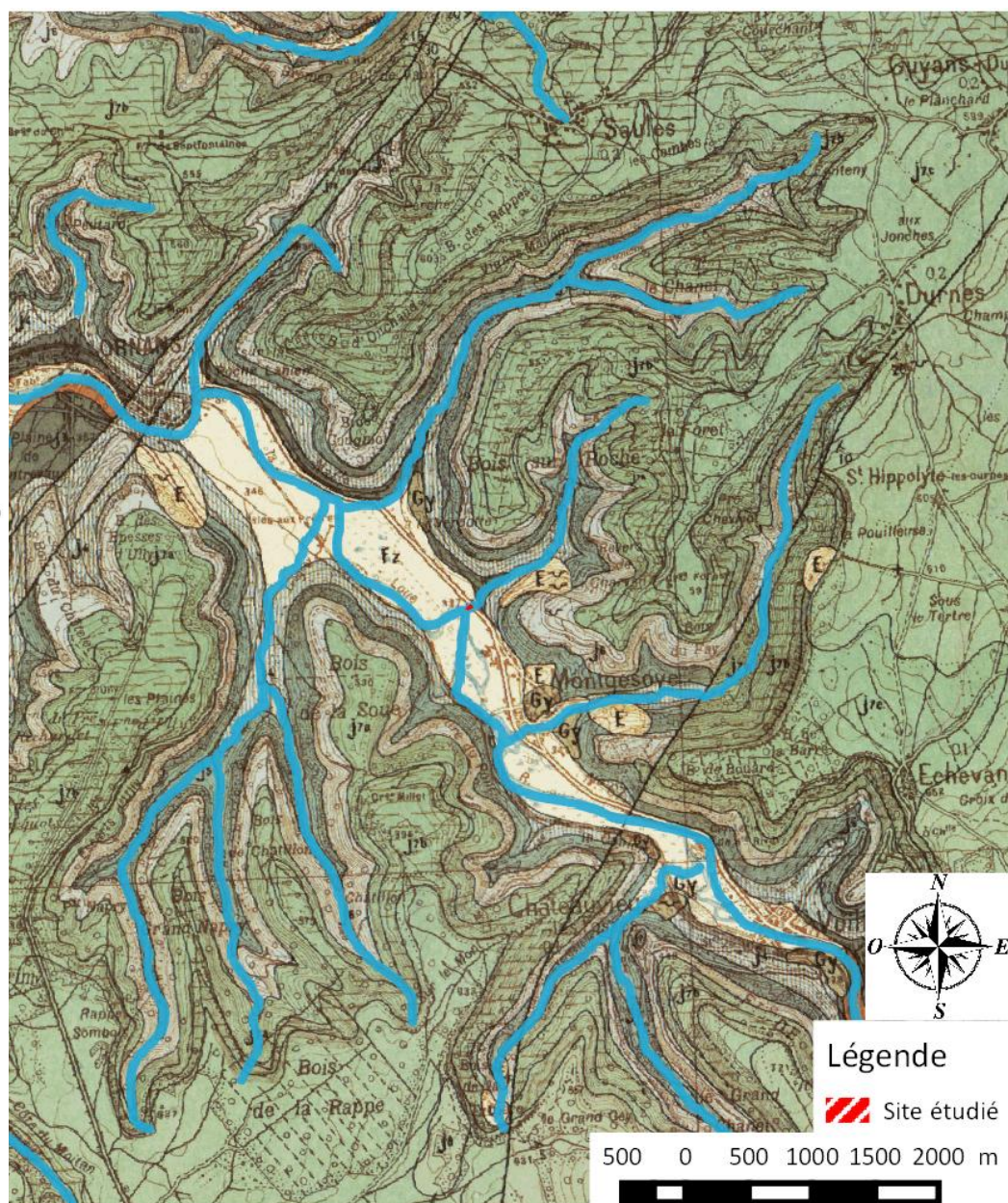
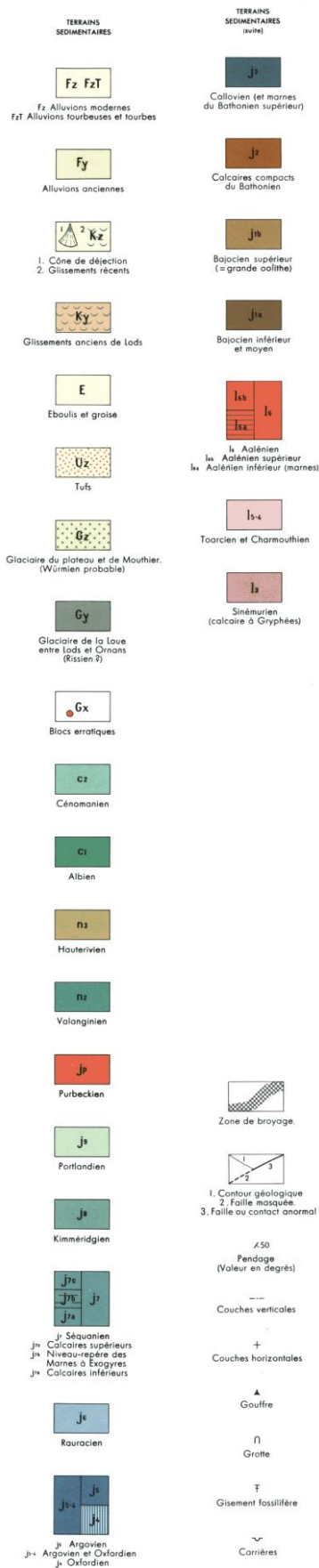
L'écoulement s'infiltre très rapidement en arrivant sur la terrasse alluviale. Il est par conséquent fréquemment en assec à la confluence avec la Loue.

Enclavé entre les ruisseaux de Cornebouche et de Vau, le ruisseau d'Amathay est associé à un petit bassin versant mesurant un maximum de 3.2 km².



Coupe 1 : détail des moraines glaciaires de la Haute Loue sur profil en long de la vallée (Mettetal)

ORNANS



Carte 1 : Extrait carte géologique 1/50 000

1.1.2 Mesure des débits du ruisseau d'Amathay

1.1.2.1 Jaugeages du ruisseau d'Amathay

Date	Ruisseau d'Amathay	Source	Loue (station Vuillafans U2604030)	Furieuse (station U2635010)
Juillet 98	1 L /s	Etude des affluents de la Loue (Cabinet REILE)		
Février 99	40 L/s			
23 mars 2015	6.89 L/s	Jaugeage	16.70 m ³ /s	0.47 m ³ /s
2 juin 2015	3.6 L /s	Jaugeage	6.5 m ³ /s	0.262 m ³ /s

Tableau 1 : Jaugeages du ruisseau d'Amathay

1.1.2.2 Enregistrement des débits du ruisseau d'Amathay du 24 mars au 7 avril 2016

	Q ruisseau Amathay (L/s)
24/03/2016	18.04
25/03/2016	22.44
26/03/2016	21.27
27/03/2016	20.27
28/03/2016	23.70
29/03/2016	17.61
30/03/2016	17.42
31/03/2016	20.36
01/04/2016	14.33
02/04/2016	16.55
03/04/2016	19.66
04/04/2016	17.95
05/04/2016	75.89
06/04/2016	186.65
07/04/2016	119.46

Ces débits ont été mesurés par une sonde pressiométrique placée derrière l'un des seuils présents dans la partie du ruisseau qui doit être restaurée. Les hauteurs d'eau mesurées ont été transformées en débits par une formule de seuil.

Tableau 1 : Mesures complémentaires des débits du ruisseau d'Amathay

1.1.3 Estimation des débits caractéristiques du ruisseau d'Amathay

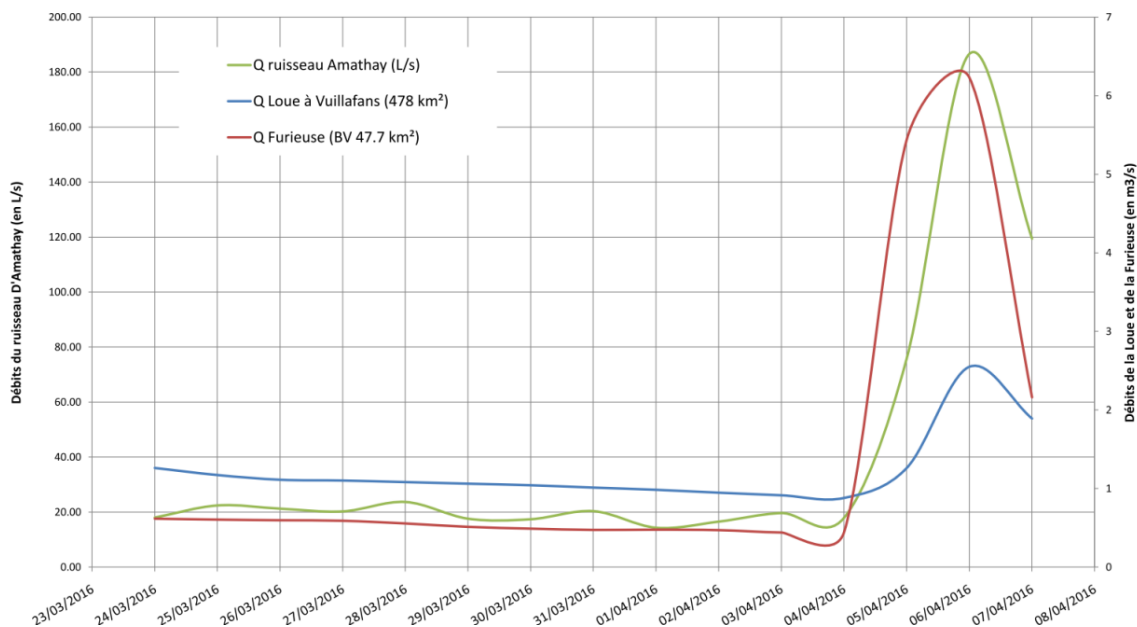
1.1.3.1 Comparaison des débits du ruisseau et des cours d'eau du secteur

- Rapport aux débits de la Loue

Les stations hydrométriques les plus proches du ruisseau d'Amathay sont celles de la Loue à Vuillafans (U2604030) et à Chenecey Buillon (station U2624010), qui drainent des bassins de respectivement 478 km² et 1300 km².

La comparaison des écoulements du 24 mars au 07 avril 2016 donne une estimation de la superficie drainée par le ruisseau d'Amathay à partir de celui de la Loue de l'ordre de 16 km². Ce bassin hydrologique est totalement incohérente au regard du contexte géologique (chapitre 1.1.1).

L'hydrologie du ruisseau d'Amathay ne peut être établie par comparaison avec les débits de la Loue étant donné les différences de taille entre leurs bassins, et la nature karstique des sources de la Loue. La comparaison des débits des 2 cours d'eau du 23 mars au 7 avril 2016 le confirme (courbe 1).



Courbe 1 : Comparaison des hydrogrammes du ruisseau d'Amathay, de la Loue à Vuillafans et de la Furieuse du 24 mars au 7 avril 2016 (données de la Banque hydro)

- Rapport aux débits de la Furieuse

A proximité, la Furieuse à Salins les bains (station U2635010) draine un bassin d'alimentation plus proche de celui du ruisseau d'Amathay :

- La différence des superficies drainées est moins importante (superficie du bassin de la Furieuse à Salins les Bains 47.7 km²).
- Il existe une similarité de drainage dans ces deux bassins. Alors que la Loue est alimenté quasi-uniquement par des venues d'eau karstiques, les écoulements dans la Furieuse et le ruisseau d'Amathay sont constitués de venues d'eau karstiques associés à des ruissellements sur versants marneux.

La comparaison des débits dans les deux cours d'eau du 23 mars au 7 avril 2016 le confirme (courbe 1).

D'après comparaison des débits observés dans le ruisseau et dans la Furieuse du 24 mars au 07 avril 2016, la superficie du bassin du ruisseau d'Amathay **peut être estimée à 1.45 km²**.

Cette estimation est relativement proche de celle obtenue en interprétant la carte géologique (chapitre 1.1.1).

Discussion sur la représentativité des différentes méthodes d'estimation de l'aire drainée par le ruisseau d'Amathay :

Drainant une partie du plateau calcaire, donc karstique qui est enclavé entre les ruisseaux de Vaux et de Cornebouche, il n'est pas possible de délimiter avec certitude le bassin d'alimentation du ruisseau d'Amathay par une simple interprétation de la carte géologique. Une partie des précipitations sur les calcaires situés dans le bassin versant du ruisseau peuvent, par un phénomène de capture, alimenter les sources de l'un ou l'autre des ruisseaux riverains. Par conséquent le dimensionnement hydrologique du bassin d'alimentation de ce ruisseau à 1.45 km² est au moins aussi fiable que la délimitation réalisée d'après la carte géologique.

1.1.3.2 Reconstitution de la courbe des débits classés du ruisseau d'Amathay

- Méthodologie

D'après comparaison des débits observés dans le ruisseau et dans la Furieuse du 24 mars au 07 avril 2016, les débits du ruisseau d'Amathay correspondent à environ 1/33^{ème} du débit de la Furieuse à Salins les Bains.

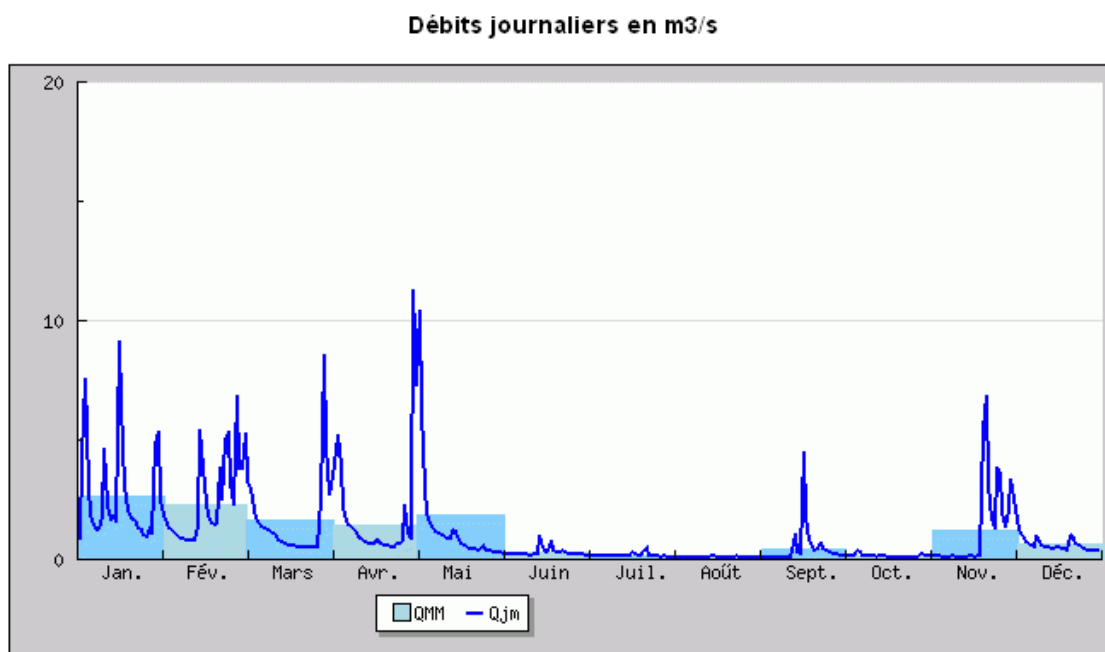
En dessous d'un certain débit, l'écoulement résiduel se perd dans la nappe avant d'atteindre la zone de confluence, provoquant un assec total du ruisseau. Cela a été le cas pour l'année 2016 de la mi-mai, jusqu'à fin novembre.

Durant la même période, le débit de la Furieuse à Salins les Bains a été inférieur à 1 m³/s, soit le débit observé entre 40 et 50 % du temps.

Les observations réalisées en 2016 nous permettent d'estimer :

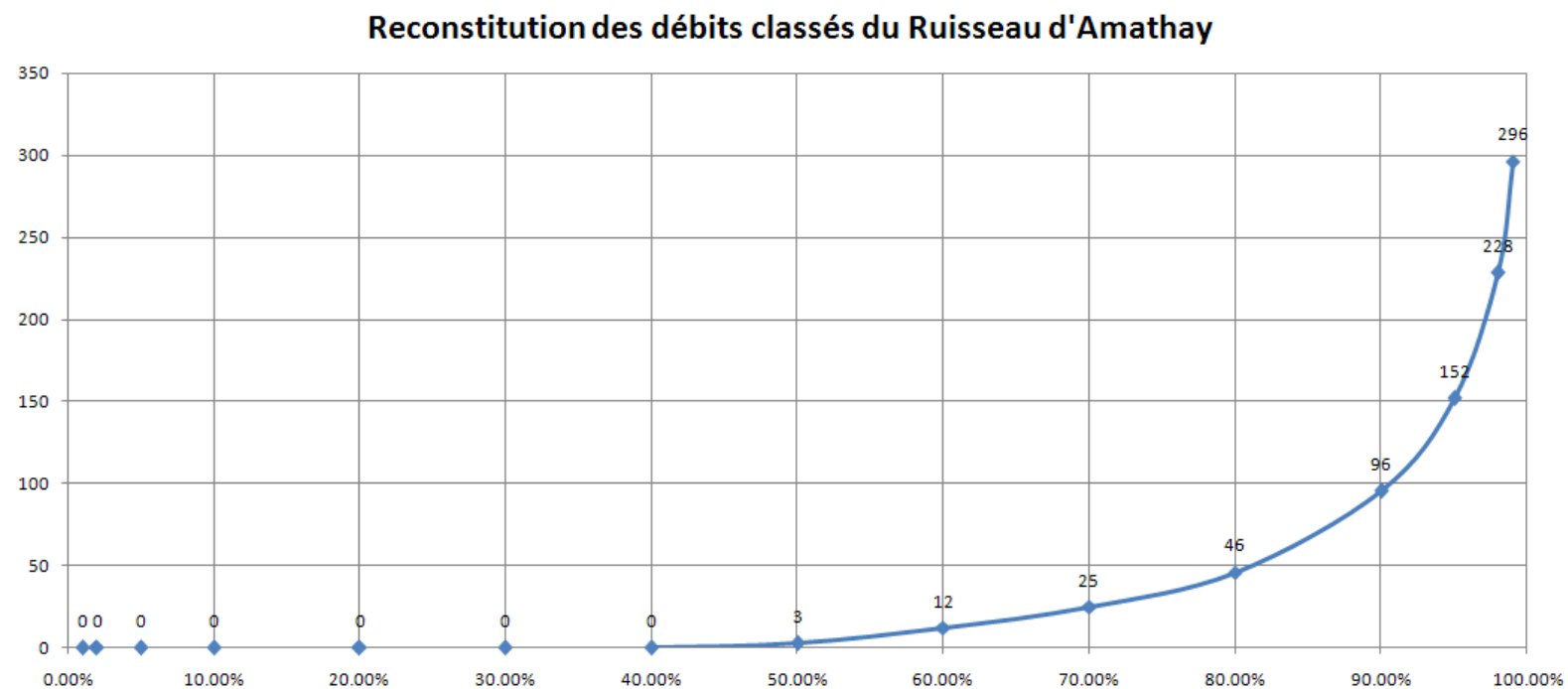
- une fréquence des assecs du ruisseau, **de l'ordre de 40 à 50 % du temps.**
- le débit perdu lorsqu'il atteint la terrasse alluviale. C'est le débit qui s'écoulerait dans le ruisseau si le substrat du ruisseau était imperméable : **jusqu'à 20 L/s environ.**

Cette méthode permet de reconstituer les débits classés du ruisseau d'Amathay (courbe 3). D'après le débit journalier de 186.7 L/s mesuré le 6 mars 2016, il apparaît cohérent que le débit du ruisseau soit 99% du temps inférieur à 296 L/s.



Courbe 2 : Débits de la Furieuse à Salins les Bains en 2015 (source : Banque hydro)

- Reconstitution des débits classés du ruisseau d'Amathay



Courbe 3 : Débits classés du ruisseau d'Amathay

1.1.3.3 Estimation des débits caractéristiques du ruisseau d'Amathay

- Estimation par la méthode utilisée pour la reconstitution de la courbe des débits classés

Débit Moyen : 25.5 L/s

Le débit du ruisseau est supérieur à ce débit 30 % du temps soit environ 120 jours/an (Cf. courbe 3)

Débit d'étiage : 0 L/s

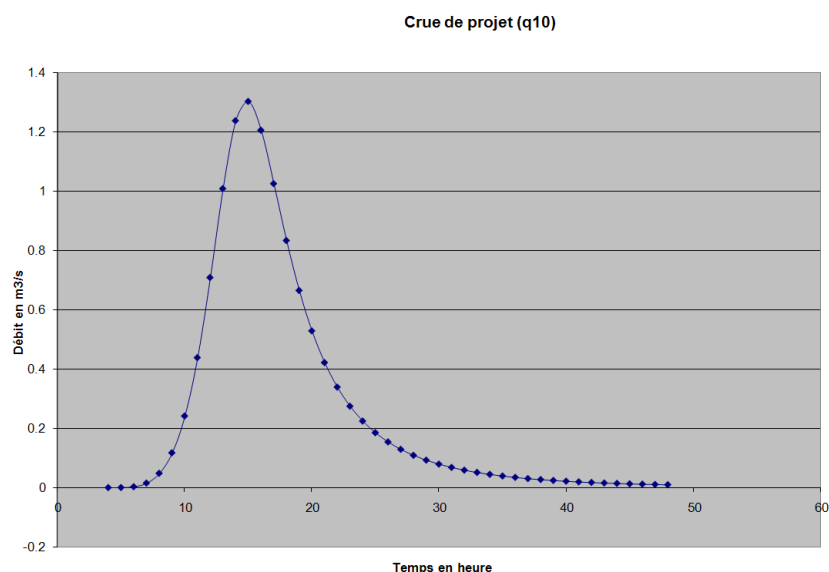
Débits de crue	<u>QJ (L/s)</u>
Biennale	465.00
Quinquennale	586.00
Décennale	677.00
Vicennale	738.00
Cinquantennale	859.00

- Estimation du débit de crue décennale par la méthode Socose

La Méthode SOCOSE est un modèle pluie débit simple adapté aux petits bassins (2 à 200 km²) imperméables pour la détermination des débits de crue.

Le ruisseau d'Amathay en crue étant principalement alimenté par les ruissellements sur ses versants marneux, cette méthode peut lui être appliquée bien que la surface drainée soit un peu inférieur à 2 km.

Avec une pluie de retour décennale de 70.8 mm, une pluie moyenne annuelle de 1060 mm, et un coefficient de Montana de 0.62 (données de la station météo France de Besançon), le débit décennal du ruisseau est estimé à 1.3 m³/s, avec une dynamique de crue correspondant à une moyenne journalière de 467 L/s (courbe 4).



Courbe 4 : Modélisation SOCOSE de la crue décennale du ruisseau d'Amathay

1.1.3.4 Franchissabilité de la confluence du ruisseau d'Amathay

Pour un débit moyen de 25.5 L/s les 64 derniers mètres du ruisseau d'Amathay restent infranchissables (classement ICE). La zone de confluence du ruisseau d'Amathay est infranchissable pour au moins 55 des 64 derniers mètres (Note ICE =0).

La hauteur des obstacles n'est pas pénalisante (sauf entre les Profils 2 et 3 pour les espèces non sauteuses Chabot et Vairon), ce sont l'absence de fosse d'appel en pied d'obstacle, et les hauteurs d'eau dans le ruisseau qui ne permettent pas leur franchissement par les poissons.

Espèces cibles	Dénivelé maximum DH ext.	Lame d'eau minimum Hmin
Truite	1.50 m	0.05 m
Chabots	1.00 m	
Vairons		

Tableau 1 : Hauteurs de chute extrême et lames d'eau minimales nécessaires sur ouvrage pour permettre la franchissabilité des 3 espèces cibles

Légende de la coupe 9

Classement ICE = 0 : tronçon infranchissable

Facteur limitant - indiqué par la trame de fond des cases du tableau :

- En blanc : paramètre non limitant
- En Jaune : paramètre limitant pour les espèces non sauteuses Chabot et Vairon
- En Rouge : paramètre limitant pour les 3 espèces cibles

Calcul des hauteurs d'eau :

- Pour les obstacles verticaux : Calculé par formule de débit sur seuil $Q = m \times l \times h^{3/2} \times 2G^{1/2}$

Ou Q = débit ; M formule de seuil (0.4 en seuil mince, 0.35 en seuil épais) ; l = largeur (Cf. tableau 1) ; h = hauteur d'eau

- Pour les sections canalisées : Calculé par formule de débit sur seuil $Q = k \times S \times Rh^{3/2} \times i^{1/2}$

Ou Q = débit ; k Strickler (33) ; S = Surface mouillée d'après largeur (Cf. tableau 1) ; Rh = rayon hydraulique d'après S et Périmètre mouillé, i = pente du tronçon

MONTGESOYE RUISSEAU D'AMATHAY PROFIL EN LONG

Echelle en X : 1/200

Echelle en Y : 1/200

PC : 313.00 m

Altitude projet										
Altitude TN	338.50	338.52	338.23	338.34	338.24	338.24	338.04	338.01	336.94	335.55
Distance cumulée	0.00	1.97	2.75	4.46	9.24	11.76	12.91	13.58	17.07	63.80
Pente	-1.02%	chute 9 cm	-0.11%	24.48%	3.93%	2.83%	0.17%	2.20%		

Date : 27/05/2015

Diagnostic de franchissabilité									
Dénivelé (DH)	-2 cm	9 cm	-1 cm	130 cm	28 cm	40 cm	29 cm	83 cm	21 cm
Prof. fosse aval (Hf)		11 cm		Absence	53 cm	25 cm	44 cm	18 cm	Absence
Hauteur d'eau pour 4.7 L/s (H)	3.8 cm	1.8 cm		0.65 cm	1.6 cm	2.3 cm	1.4 cm	1.8 cm	3.1 cm
Classement ICE	0	0		0	0	0	0	0	0

Coupe 2 : Diagnostic de franchissabilité des 64 derniers mètres du ruisseau d'Amathay pour un débit de 7.4 L/s
(Légende de la figure page précédente)

2 ETUDE DE SCENARII DE RENATURATION DU RUISSEAU D'AMATHAY AVEC LA LOUE

2.1 RAPPEL DES CONTRAINTES DE FRANCHISSABILITE DE CE TRONÇON DU RUISSEAU

Le rétablissement de la franchissabilité piscicole de ce tronçon du ruisseau d'Amathay est confronté à deux contraintes fortes :

1. Sa pente, qui est de 4.62%.
2. Les faibles débits, avec un écoulement supérieur à la moyenne mensuelle de 25.5 L/s observé seulement 120 jours/an environ.

2.2 PROPOSITION DE RENATURATION DE LA CONFLUENCE DU RUISSEAU D'AMATHEY

2.2.2 Calibration du lit mineur : maintien d'une lame d'eau favorable à la nage des espèces cibles

Le projet de restauration de cette zone de confluence prévoit un reméandrement allongeant le linéaire du ruisseau pour faire passer la pente moyenne de 4.62 % actuellement (pente trop forte pour rendre la section franchissable par le poisson) à moins de 2.6 %.

En raison de ses faibles débits, on cherchera à maintenir une lame d'eau suffisante en aménageant à l'intérieur du chenal renaturé, d'un lit mineur de très faible largeur.

1. La largeur de ce chenal sera de 25 cm (minimum requis pour garantir l'accès à la truite) pour une profondeur de 20 cm.
2. A l'intérieur du lit majeur, ce chenal formera des micro-sinuosités. La longueur d'onde de ces méandres sera (espacement entre deux extrados) de 2.5 à 3 m (soit environ 10 fois la largeur du lit mineur).
3. Pour une pente comprise entre 2 et 2.6% avec un débit de 25.5 L/s, la lame d'eau maintenue dans ce chenal sera de 15 à 17 cm.

Les déblais créés par ces travaux « d'affinage » du projet seront déposés au niveau de l'intrados des méandres pour constituer des bancs de graviers pour diversification des profils.

Comparé à la largeur du lit à l'amont de la route, ce dimensionnement est certainement insuffisant. Il permettra au ruisseau lors des premières crues suivant les travaux, de remodeler son lit (ce qu'un surdimensionnement ne permet pas)-

3.3.3 Aménagements annexes : franchissabilité du radier sous route amont

La section couverte sous la RD67 est franchie sur un radier où la lame d'eau est très faible (1 à 2 cm). La franchissabilité de cette section sera améliorée par :

- La mise en place d'un seuil en blocs à l'extrémité aval du radier, seuil format un barrage augmentant la lame d'eau sous le pont. Une échancrure large de 30 cm en rive droite sera aménagée pour permettre le passage des poissons en étiage.
- Des blocs béton de type bordures de trottoirs, hautes de 0.2 m, seront scellés dans le radier amont sur toute sa longueur pour constituer des contractions qui éviteront les dépôts de sédiments à l'arrière du seuil d'entrée. Au niveau de chaque micro seuil béton un passage de 0.3 m de large sera maintenu pour l'écoulement de l'eau et le passage du poisson (Cf. schéma de principe ci-dessous).

En situation de débit moyen (25.5 L/s), la lame d'eau au niveau de chaque échancrure de 0.3 m de large sera de l'ordre de 20 cm.

