

ETUDE N° 2010005-002



ETUDE ET SUIVI TOPO-BATHYMETRIQUE SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OGNON

Etude réalisée avec le soutien financier de











JUILLET 2012

VEODIS-3D

Maison des Sciences de l'Homme

4 rue Ledru

63057 Clermont-Ferrand cedex 1

Tél. 04.73.34.68.21 - Fax : 04.73.34.68.88



SOMMAIRE

- 1. Objectifs de l'étude et contexte général
- 2. Méthodologie opérationnelle
 - 2.1 Mise en place de points de référence
 - 2.2 Levés topographiques
 - 2.3 Levés bathymétriques
 - 2.4 Prélèvements et analyses granulométriques
 - 2.2.1 Localisation / prélèvements des échantillonnages granulométriques
 - 2.2.2 Analyses granulométriques
- 3. Résultats Suivi bathymétrique de 7 gravières
 - 3.1 Fiche n°1 Site de Lure
 - 3.2 Fiche n°2 Site de Pont sur l'Ognon
 - 3.3 Fiche n°3 Site de Rigney
 - 3.3 Fiche n°4 Site Aulx les Cromary
 - 3.3 Fiche n°5 Site de Marnay
 - 3.3 Fiche n°6 Site de Chenevrey
- 4. Résultats Bathymétrie amont / aval des ouvrages
- 5. Résultats Profils en travers sur le secteur de Bonnal / La Forge
- 5. Résultats Profils en travers sur le secteur de Bonnal / La Forge
- 7. Résultats Profils en long de la ligne d'eau de l'Ognon et du Rahin
- 8. Synthèse des travaux et conclusion
- 9. Annexes

1. OBJECTIFS DE L'ETUDE ET CONTEXTE GENERAL

L'objectif de ces travaux est une meilleure compréhension du fonctionnement géomorphologique de la rivière Ognon et en particulier de son transport solide afin de mettre en place une philosophie de gestion proposée par Malavoi (2003).

Ainsi, sur la haute vallée, il semble important de restaurer la recharge sédimentaire et faciliter le transit des alluvions vers l'aval. Cela implique la mise en œuvre progressive du concept d'espace de liberté en tant que concept de « libre érosion ». Cela implique aussi de ne pas nécessairement restaurer les barrages de la haute vallée, sauf si ce suivi-topo-bathymétrique, complété par des études ponctuelles, met en évidence des processus actifs d'érosion régressive et progressive sur la haute vallée.

Concrètement, il s'agit de :

- Réaliser un état initial de la ligne d'eau sur la totalité du cours d'eau et les 20 derniers km du Rahin.
- Réaliser un état des lieux topographique des 7 sites du suivi ponctuel afin, grâce à la combinaison de suivis topographiques et planimétriques dans le temps, d'estimer le budget sédimentaire,
- Réaliser une bathymétrie en amont et aval de 10 ouvrages : Montferney, La Forge, Montroz, Montbozon, Maussans, Chevroz, Voray-sur l'Ognon, Geneuille, Cussey-sur-l'Ognon et Moncley.
- D'analyser et discuter les résultats au vue de cet état initial.

Cette synthèse est issue des travaux précédents (POYRI Environnement, 2006,) et surtout de l'étude Malavoi de 2003 : « Analyse de la dynamique alluviale de la rivière Ognon et de ses principaux affluents, 2003 », dont nous présenterons que les principaux résultats.

Les 7 sites de suivi topo-bathymétrique se répartissent sur le continuum amont/ aval de l'Ognon où nous observons une dichotomie très marquée tant sur le plan géologique, que du relief, de la densité de drainage, de l'alimentation en sédiments que de la largeur du chenal.

Il semble ainsi possible de positionner la limite de deux unités au niveau de la confluence du Lauzin, en aval immédiat de Villersexel (Pk 154 - figure 5), c'est-à-dire en aval du site de suivi de Lure. Cette limite géologique et hydrologique correspond aussi à une rupture assez nette dans la pente de la rivière. Elle est forte en amont (autour de 2.5‰) et moyenne en aval (0.5 ‰).

On retrouve le même type de tendance en observant l'évolution de la largeur du lit mineur. Elle est multipliée par 5 (5 m à 25 m en moyenne) entre le PK110 et le PK155 (limité d'unité). Soit une augmentation moyenne de 0.36 m/km.

Cette largeur passe ensuite de 25 à 40 m en 70 km environ, soit un facteur d'augmentation de seulement 1.6 (sur 15 km de plus) et un taux d'augmentation de 0.21 m/km. Elle se stabilise ensuite autour de 40-45 m, localement 50 m dans les anciens secteurs d'extractions. Elle redescend enfon vers des valeurs de l'ordre de 35 m en aval du PK 15, correspondant à l'entrée dans la plaine de Bourgogne.

Attention la largeur moyenne n'est pas ici intégralement indicatrice des processus géodynamique dans la mesure où elle a localement été très fortement modifiée par des extractions de granulats en lit mineur. Toutefois, l'étude Malavoi (2003) a pris soin de mesurer les largeurs en dehors des zones manifestement artificiellement élargies.

Ainsi, en haute vallée la dynamique alluviale est encore plus ou moins fonctionnelle bien que figée par des protections de berges (POYRI Environnement, 2006).

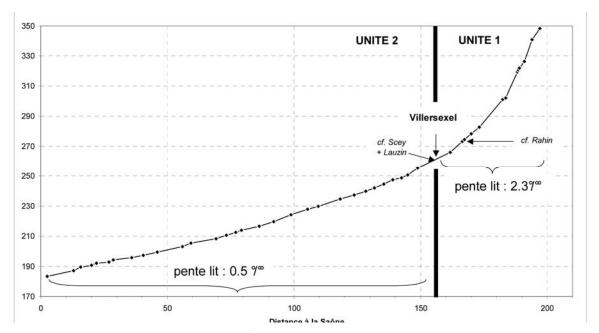


Figure 5 - Profil en long de l'Ognon (ligne d'eau, hors les 10 premiers kilomètres à très forte pente et hors effets des seuils et barrages - source Malavoi 2003).

Il y a donc une différenciation d'alimentation en sédiments dont le rôle est majeur dans la dynamique alluviale. L'unité amont est très productrice en sables et graviers, dérivés de la décomposition des granites et des grés, tandis que l'aval fournit peu de sédiments (moins d'altération permettant la création d'une charge alluviale).

Les secteurs à plus forte activité érosive sont :

- Secteur de Lure à Pont sur l'Ognon où se situe le site de suivi de Lure et Pont sur l'Ognon,
- Secteur de Maussans à Beaumotte en amont du site de suivi de Rigney (8/10 km),
- Secteur de Cromary où se situe le site de suivi de Aulx les Cromary,
- Petit secteur d'Emagny / Bussière en amont du site de suivi de Marnay (10/12 km),
- Grand secteur de Marnay à Perrigny où se situent les sites de Marnay et de Chenevrey.

D'un point de vue sédimentaire il semble que ce dernier soit complètement bloqué par les fosses des anciennes extractions ayant capturés le chenal de l'Ognon.

Les barrages dont 70% environ n'ont plus d'usage économique (POYRI Environnement, 2006), participe au piégeage de la charge de fond, de même que les anciennes extractions ayant capturées le chenal principal.

L'influence des seuils sur le profil en long, en terme de pourcentage de réduction de pente (c'est-à-dire aussi sensiblement en terme de linéaire de remous), est forte (42% de la pente naturelle sur la haute vallée jusqu'à Pont sur l'Ognon). L'artificialisation est donc significative. La pente résiduelle de la rivière est de 1.7 ‰ contre 2.9 ‰ de pente naturelle (POIRY Environnement, 2006).

En termes de transport solide, les seuils sont pour la plupart « remplis ». Leur incidence sur le transport solide est surtout liée à la stabilisation du lit en plan qu'ils occasionnent. Ils empêchent des érosions de berge, et donc la fourniture en matériaux solides.

2. METHODOLOGIE OPERATIONNELLE

2.1. Mise en place de points de référence

Les coordonnées planimétriques sont rattachées au système IGN69 : Lambert II étendu.

Les coordonnées altimétriques sont exprimées au niveau NGF.

Le rattachement altimétrique, a été réalisé en implantant des stations de référence GPS sur l'ensemble du linéaire de l'Ognon et à proximité des sites de suivi. Les calculs des nouvelles stations GPS ont été réalisés par la méthode des moindres carrés en fonction du nombre et de la cohérence des points de rattachements disponibles.

Les points sont matérialisés sur le terrain par des clous de géomètre. Chaque point de référence fait l'objet d'une description dans une fiche détaillée (Annexe du rapport). La fiche mentionne : le lieu précis d'installation des points de référence avec photo, le système de projection, les coordonnées planimétriques et altimétriques des points de référence.



Station de base GPS



Matérialisation d'un point de repère terrain

2.2 Levés topographiques

Les levés topographiques ont été réalisés à l'aide de deux GPS ASHTECH ProMark 500 et ProFlex 500 fournissant une précision centimétriques en x, y, z. Lorsqu'il n'a pas été possible d'utiliser le GPS (masque lié à la végétation, végétation trop dense), les levés ont été effectués à l'aide d'une station totale PENTAX. L'ensemble des profils en travers réalisés sur le site de Bonnal/La forge a été levé à l'aide de cet appareil.



2.3 Levés bathymétriques

Les levés bathymétriques ont été réalisés à l'aide d'une embarcation pneumatique munie d'un moteur thermique de 10CV et équipée d'un échosondeur RESON Navisound 215 et de deux GPS ASHTECH ProMark 500 et ProFlex 500. L'enregistrement des profondeurs s'est fait en continu à la fréquence de 200 Hz. L'échosondeur et les appareils GPS bi-fréquence fournissent une précision centimétrique en x, y, z.

La cinématique du levé a été la suivante :

<u>Préparation de la mission</u> : (cartes, fond de plan du levé et intégration dans l'échosondeur, paramétrage des appareils : GPS ; échosondeur, carnet de terrain).

<u>Mise en place du matériel sur le site</u> : station de référence sur le point géodésique mis en place dans la première partie de l'étude, couplage échosondeur et GPS sur l'embarcation (Figure 2).

<u>Contrôle et étalonnage des appareils</u>: une fois l'installation effectuée sur l'embarcation, le logiciel et les matériels de levé sont calibrés et étalonnés. La calibration consiste à entrer des « offset » X, Y et Z de tous les matériels par rapport à l'antenne GPS (mesure de distance). Ces mesures nous permettent grâce au positionnement GPS RTK Temps réel une correction du niveau du plan d'eau en temps réel. Cet étalonnage est effectué à chaque départ de l'embarcation. Il consiste à mesurer à l'aide d'une perche graduée la profondeur en un point donné et de la comparer avec les valeurs calculées (bar check).

<u>Levés du semi de points</u>: l'opérateur recueille les données bathymétriques et planimétriques avec l'échosondeur associé à un GPS embarqué. Ce GPS communique en temps réel avec la station de référence GPS installée sur la berge, dont le coordonnées géographiques sont connues (précision centimétrique en X, Y et Z). L'opérateur visualise en direct les levés et peut adapter l'équidistance des profils en fonction de la morphologie du plan d'eau.





Figure 2 : dispositif de levé bathymétrique et levés bathymétriques réalisés sur le site de Lure (70).

2.1.3 Traitement des données et restitution informatique

Les phases de traitement des données bathymétriques ont été les suivantes :

- Elimination des faux échos sur les profils bathymétriques : chaque profil est examiné individuellement de manière à éliminer ces faux échos
- Etablissement du Modèle Numérique de Terrain grâce à l'exportation du fichier texte X, Y, Zfond, profondeur,
- Etablissement des plans.

Remarque

Les berges n'ont pas été levées en raison de la forte couverture végétale et, dans la plupart des cas, de leur inaccessibilité. Les levés correspondent donc essentiellement au fond du lit. Ils permettront, par comparaison, des modèles Numériques de Terrain, de spatialiser et quantifier les changements morphologiques (bilan sédimentaire érosion/dépôts).

Dans les zones où le tirant d'eau était inférieur à 50 cm et les secteurs inaccessibles en bateau (par exemple aval immédiat du barrage de Marnay), les levés bathymétriques ont été réalisés à pied à l'aide du GPS.

Le rendu de la bathymétrie est composé des pièces suivantes :

- Vue en plan des courbes isobathes sous SIG MapInfo,
- Vue en plan avec minutes de sondes (points de carroyage)
- Vue en plan avec coloration en fonction de la profondeur d'eau (Modèle Numérique de Terrain),
- fichiers ASCII comprenant les coordonnées X, Y, Z de chaque point, la hauteur de la ligne d'eau, la profondeur par rapport à la ligne d'eau

2.4 Prélèvements et analyses granulométriques

2.4.1 Localisation / prélèvement des échantillonnages granulométriques

Dans une rivière, il existe deux types de transports : le transport des éléments grossiers par charriage et le transport des fines en suspension. Les sédiments grossiers sont en général triés par taille, la forme étant un facteur de seconde importance. Les fosses d'extraction joue le rôle de piège à sédiments. Les éléments les plus grossiers vont d'abord se déposer en amont c'est-à-dire dans le delta, puis, les sédiments les plus fins, ceux transportés en suspension, se déposerons au centre de la fosse (Figure 3). C'est pourquoi, les prélèvements sédimentaires ont été réalisés :

- dans le delta de la fosse d'extraction
- au centre et en aval de la fosse d'extraction afin de voir s'il y a ou non transfert de charge grossière.

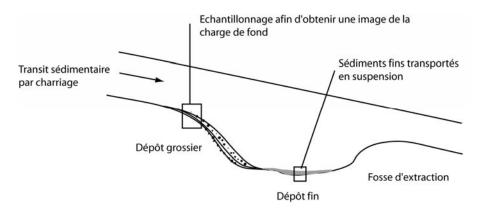


Figure 3 - localisation de l'échantillonnage dans les fosses.

Au niveau des retenues de barrages, un échantillon a été prélevé en queue de retenue, un autre au droit du barrage, puis d'autres au niveau des berges dans le secteur à plus forte énergie.

Un volume de sédiment a été prélevé en quantité suffisante pour s'assurer de sa bonne représentativité et les analyses granulométriques ont été réalisées en laboratoire par pesée après séchage et tamisage. L'intérêt du prélèvement « volumétrique » est qu'il permet d'avoir la distribution granulométrique complète du lit. C'est une technique lourde qui nécessite le prélèvement d'un volume important de sédiments et donc d'une masse importante, d'autant plus si le matériel est grossier. Il s'est avéré, en raison du peu de sédiment disponibles sur certains sites, que les volumes prélevés n'ont pas toujours été statistiquement représentatif comme le préconise les travaux de Church et al (1987). En effet, pour qu'un échantillon ait un bon niveau de représentativité de la granulométrie du lit, il faut que le poids de l'élément le plus grossier soit au plus égal à 0.1% du poids total de l'échantillon. Cela signifie que pour un diamètre de 90 mm, le poids de l'échantillon doit être au minimum d'une tonne. Lorsqu'une forte

précision n'est pas souhaitée, il est possible de diminuer le poids de l'échantillon ; ainsi, pour un diamètre de 90 mm, le poids est de 100 kg et de 50 kg pour des critères respectifs de 1% et 2%.

Pour cette étude, les poids des échantillons ont variés de 50 à 3/4 kg pour les sédiments grossiers. L'ensemble des prélèvements de vases est très représentatif puisque la benne remontait environ 2/3 kg de vase.

Remarque

Des prélèvements granulométriques supplémentaires ont été effectués afin de s'assurer de la bonne représentativité spatiale de l'échantillonnage afin de caractériser précisément l'état du stock alluvionnaire et des sédiments en transit. Ils n'ont par contre pas été analysés.



Figure 4 - Prélèvements granulométriques en aval du barrage de Marnay



Etiquetage des prélèvements sur le site de Chenevrey

2.4.2 Analyses granulométriques

Les échantillons ont été tamisés à sec en laboratoire puis chaque fraction granulométriques a été pesée. De manière à rendre nos résultats comparables avec les travaux en cours de l'ONEMA, l'échelle granulométrique utilisée est l'échelle du protocole CarHyce.

Diamètre en mm, perpendiculaire au plus grand axe

Nom de la classe granulométrique	Classes de taille (diamètre en mm perpendiculaire au plus grand axe)	Code utilisé
Dalles (dont dalles d'argile)	>1024	D
Rochers	>1024	R
Blocs	256 - 1024	В
Pierres grossières	128 - 256	PG
Pierres fines	64 - 128	PF
Cailloux grossiers	32 - 64	CG
Cailloux fins	16 - 32	CF
Graviers grossiers	8 - 16	GG
Graviers fins	2 - 8	GF
Sables	0,0625 - 2	S
Limons	0,0039 - 0,0625	L
Argiles	< 0,0039	Α
	sédiments fins (< 0,1 mm) avec débris	
Vase	organiques fins	V
Terre végétale	points hors d'eau très végétalisés	TV

Tableau 1 - Classes granulométriques de l'échelle CarHyce.

3.2 FICHE N°1 - Site de LURE

Le site de Lure a été choisi dans le cadre du suivi parce que c'est la première grande fosse rencontrée en lit mineur en haute vallée.

Les levés bathymétriques montrent que le site de Lure est celui dont la fosse d'extraction est la plus profonde des 7 sites de suivi avec une profondeur maximale de 9 m en dessous de la ligne d'eau d'étiage. Les levés bathymétriques indiquent que cette ancienne fosse d'extraction n'apparaît pas transparent au transport solide.

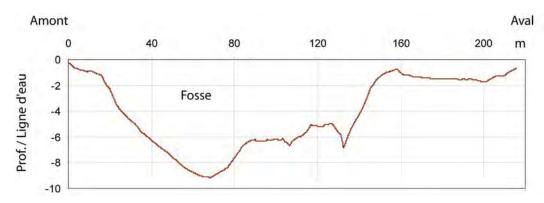
La fosse provoque une interruption du transport solide provenant de l'amont :

- Rétention totale pour les graviers/galets charriés,
- Rétention à priori partielle pour les fines en suspension, on en retrouve environ 20 % au droit de l'exutoire où on note la persistance résiduel de quelques cailloux grossiers.

Le fond des zones latérales de rive gauche et de la partie centrale de la fosse est composé essentiellement de vase avec une forte méthanisation.

La granulométrie plus grossière à l'aval du site qu'à l'amont du seuil (respectivement 30 % et 2.8 % de cailloux grossiers) accrédite l'hypothèse d'une interruption totale du transport solide et va dans le sens d'une granulométrie héritée en aval.

Il apparaît que le seuil contribue à maintenir le profil en long du chenal. Selon le propriétaire, ce seuil fait régulièrement l'objet de réengravement afin d'éviter les affouillements. Ceci s'explique par un phénomène d'érosion régressive en raison de la forte hauteur de chute entre la base du seuil et la fouille d'extraction en aval. Ces réengravements successifs, réalisés à l'aide de cailloux grossiers, expliquent leur forte proportion dans les prélèvements réalisés en aval immédiat du seuil (60 %). Ces actions de protection stabilisent le profil en long et participeront au comblement progressif de la fosse d'extraction.

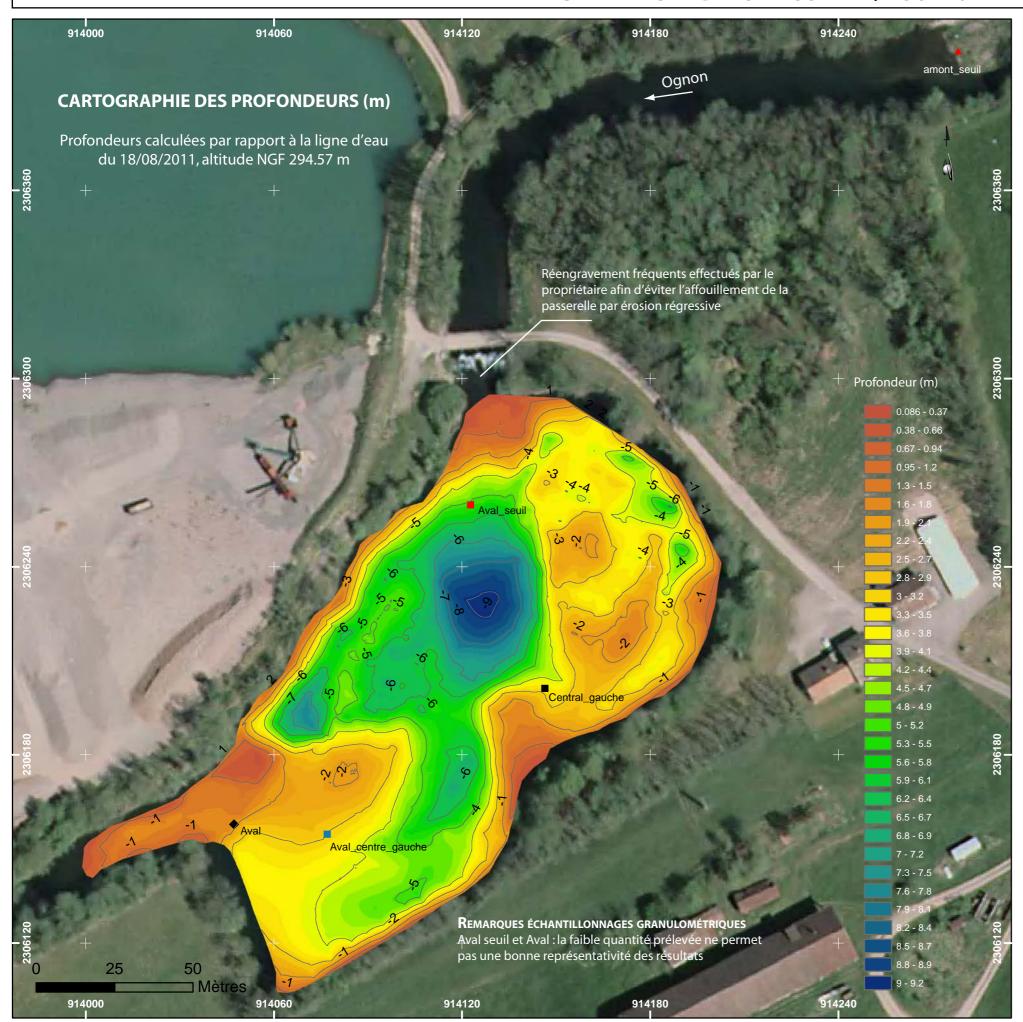


Profil topographique réalisé dans l'axe du chenal (amont/aval).

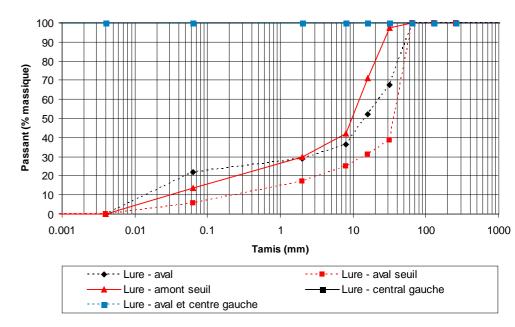
Remarque

Les prélèvements granulométriques en avant du seuil (aval_seuil) et au droit de l'exutoire (Aval) ont été difficiles à réaliser et les volumes extrait faible. Ceci peut s'expliquer soit par le peu de sédiments disponible, soit parce que les sédiments présents sont de plus grosses tailles difficilement mobilisables avec la benne à sédiments.

SUIVI TOPO-BATHYMÉTRIQUE ET GRANULOMÉTRIQUE SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OGNON FICHE N° 1 - SITE DE LURE - JUILLET / AOÛT 2011



SYNTHÈSE DES ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES



%	Lure - aval	Lure - Aval seuil	Lure - amont seuil	Lure - central gauche	Lure - aval et centre gauche
Dalles (dont dalles d'argile)					
Rochers					
Blocs					
Pierres grossières					
Pierres fines					
Cailloux grossiers	32.26	61.21	2.80		
Cailloux fins	15.74	7.44	26.31		
Graviers grossiers	15.76	6.55	28.63		
Graviers fins	7.48	7.54	12.33		
Sables	6.76	11.77	16.40		
Limons	21.82	5.48	13.48		
Argiles	0.18	0.02	0.05		
Vase				100	100
Terre végétale					

Echantillonnages granulométriques volumétriques réalisés à la benne - analyses selon les classes de taille de l'échelle Carhyce (ONEMA).

Equidistance des isobathes : 1 m Nivellement rattaché au NGF Coordonnées planimétriques rattachées au système Lambert 2 étendu









3.3 FICHE N°2 - Site de PONT SUR L'OGNON

Le site de Pont sur l'Ognon a été choisi dans le cadre du suivi parce qu'il est situé en amont immédiat d'un barrage. L'objectif initial était de quantifier l'effet du piégeage ou non des sédiments.

D'une longueur de plus de 500 m pour une largeur de l'ordre de 40/45 m, le site de Pont sur l'Ognon est influencé par le barrage des Forges de la Tuilerie et le canal de dérivation.

En amont du site, les levés bathymétriques montrent une zone de surprofondeur d'environ 3 m en dessous de la ligne d'eau d'étiage. Bien que de faible profondeur, cette fosse peut impacter le transit du transport solide composé majoritairement de graviers grossiers et de sable. La forte proportion de sable dans les prélèvements amont peut s'expliquer par la morphologie en plan de la rivière. Les prélèvements ont été réalisés dans la partie concave d'un méandre là où les vitesses d'écoulement sont les plus faibles provoquant les dépôts des particules les plus fines.

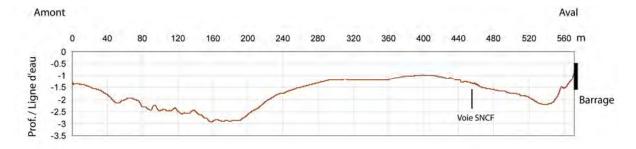
Les fines en suspension ne sont pas retenues mais sont pour partie bloquées plus à l'aval (en amont du pont SNCF). Ceci s'explique à la fois par la présence du pont mais surtout par la végétation aquatique.

Les levés bathymétriques indiquant la présence d'un « bouchon » constitué principalement de limons en rive droite (50 % de la masse totale de l'échantillon) et de graviers grossiers et fins en rive gauche (70 %) là où les vitesses d'écoulements sont les plus élevées. Ce « bouchon » s'explique par la présence du pont. Les fortes proportions de limons en rive droite s'expliquent par le fort recouvrement de la végétation aquatique. Cette végétation, en raison de son appareil racinaire, participe à la rétention des sédiments fins. Au fur et à mesure de son développement, les dépôts de sédiments fins augmenteront.

A l'aval de la voie SNCF, se situe le barrage des Forges de la Tuilerie avec, d'abord, en rive droite un seuil équipé d'une passe à canoës, puis, plus à l'aval, la dérivation du canal d'amené.

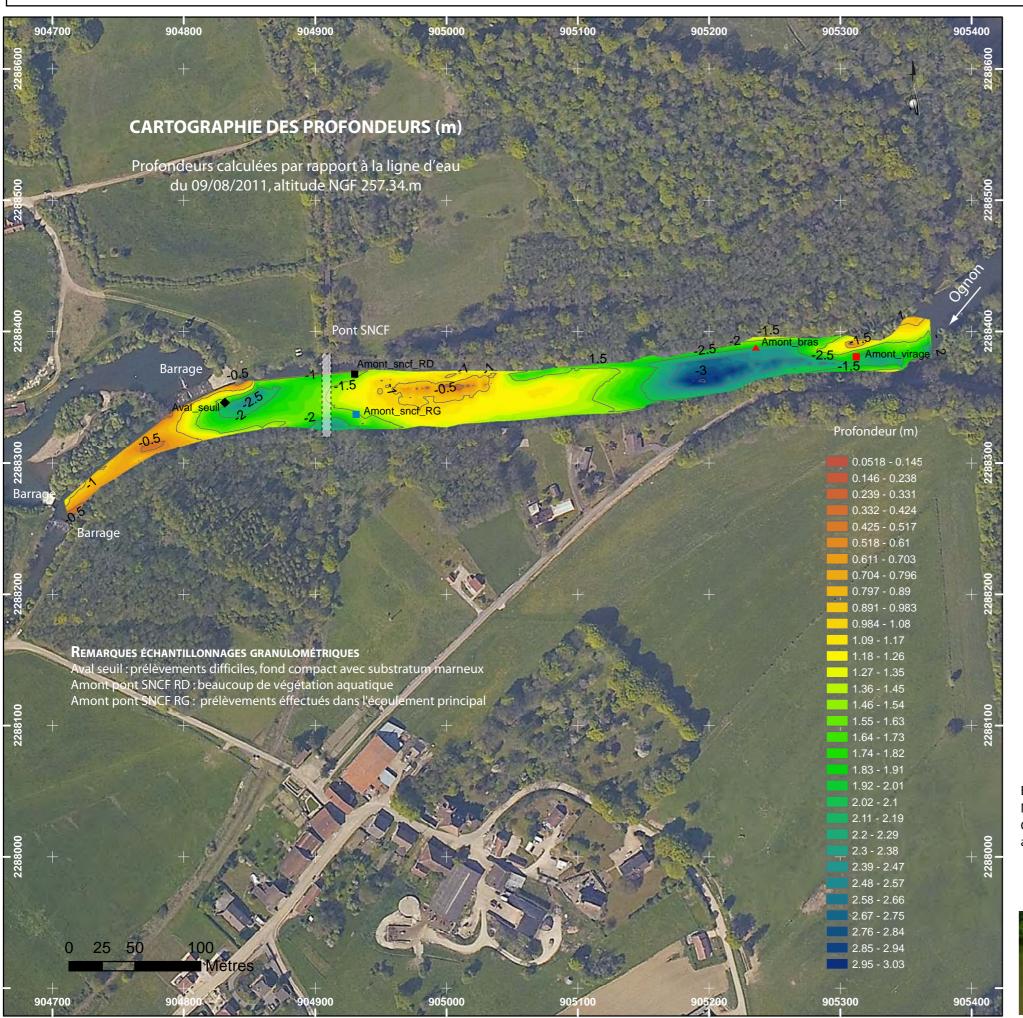
Les profondeurs d'eau dans cette dérivation varient de 0.5 à 1 m en dessous de la ligne d'eau d'étiage et les levés bathymétriques montrent un comblement de cette dérivation.

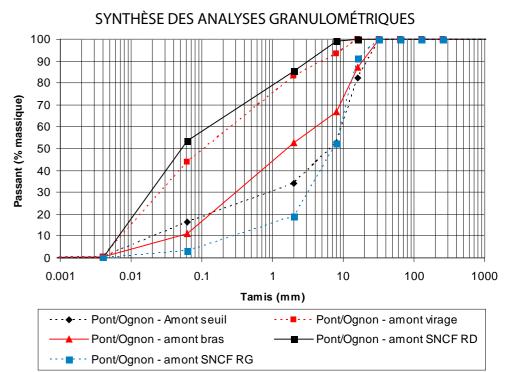
Au droit du seuil équipé de la passe à canoës, les profondeurs maximales en dessous de la ligne d'eau d'étiage atteignent 2/2.5 m. Le volume de sédiments accumulés est plus faible que dans le canal de dérivation. Le seuil apparaît être transparent au transport solide (hérité ou provenant de l'amont ?) et lors de crue (quel débit ???), une fraction de la charge solide transit vers l'aval, ce qui explique les dépôts de sédiments grossiers en aval immédiat de la passe à canoës.



Profil topographique réalisé dans l'axe du chenal (amont/aval).

SUIVI TOPO-BATHYMÉTRIQUE ET GRANULOMÉTRIQUE SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OGNON FICHE N° 2 - SITE DE PONT SUR L'OGNON - JUILLET / AOÛT 2011





%	Pont/Ogno n - Amont Seuil	Pont/Ogno n - Amont virage	Pont/Ogno n - Amont bras	Pont/Ogno n - Amont SNCF RD	Pont/Ogno n - Amont SNCF RG
Dalles (dont dalles d'argile)					
Rochers					
Blocs					
Pierres grossières					
Pierres fines					
Cailloux grossiers					
Cailloux fins	17.63		13.05		9.03
Graviers grossiers	29.94	6.64	20.12	0.70	38.74
Graviers fins	18.55	10.10	14.25	13.73	33.35
Sables	17.61	39.49	41.31	32.09	15.63
Limons	15.89	43.32	11.03	53.28	3.06
Argiles	0.38	0.46	0.24	0.21	0.20
Vase					
Terre végétale					

Echantillonnages granulométriques volumétriques réalisés à la benne - analyses selon les classes de taille de l'échelle Carhyce (ONEMA).

Equidistance des isobathes : 1 m Nivellement rattaché au NGF Coordonnées planimétriques rattachées au système Lambert 2 étendu









FICHE N°3 - Site de RIGNEY

Le site de Rigney a été choisi dans le cadre du suivi parce il correspond à une ancienne fosse d'extraction en cours de remplissage grâce aux apports solides provenant de la destruction naturelle du barrage de la Banne.

Le fosse d'extraction de Rigney se situe en aval d'un linéaire de 400 m environ latéralement actif et fixé en rive gauche par un point dur que constitue la falaise du château de la Roche. C'est le seul site sur les 7 sites de suivi où on note la présence d'un banc alluvial témoignant d'apports sédimentaires.

La bathymétrie a été difficile à réaliser en raison d'un fort recouvrement de végétation aquatique.

Situé en amont du site, ce banc alluvial prograde vers l'aval et est enrichi par les apports solides provenant de l'amont constitué à 75/80 % de cailloux fins et graviers grossiers.

Malgré la faible profondeur de la fosse (2 m environ en dessous de la ligne d'eau d'étiage) et les apports sédimentaires amont, cette fosse provoque une interruption du transit sédimentaire :

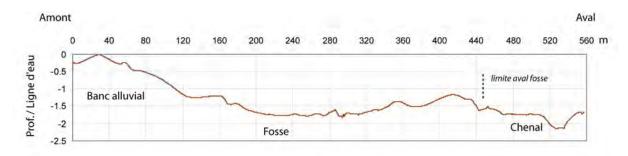
- Rétention apparemment totale des graviers charriés,
- Rétention forte des fines en suspension. Les prélèvements situés dans la partie centrale en rive gauche, en bordure de la végétation aquatique, sont constitués à 100 % de vase, tandis que ceux réalisés en rive droite sont à 75 % constitués de sables et de limons.

Le profil en long réalisé dans l'axe de l'écoulement principal montre l'avancée vers l'aval de la langue sédimentaire (Figure ci-dessous). En outre, les ondulations du profil correspondent vraisemblablement aux vases qui progressent par avancée de dunes.

La plus forte proportion de sédiments grossiers dans les prélèvements aval que dans ceux amont témoignent d'un blocage du transport solide et d'une granulométrie amont héritée.

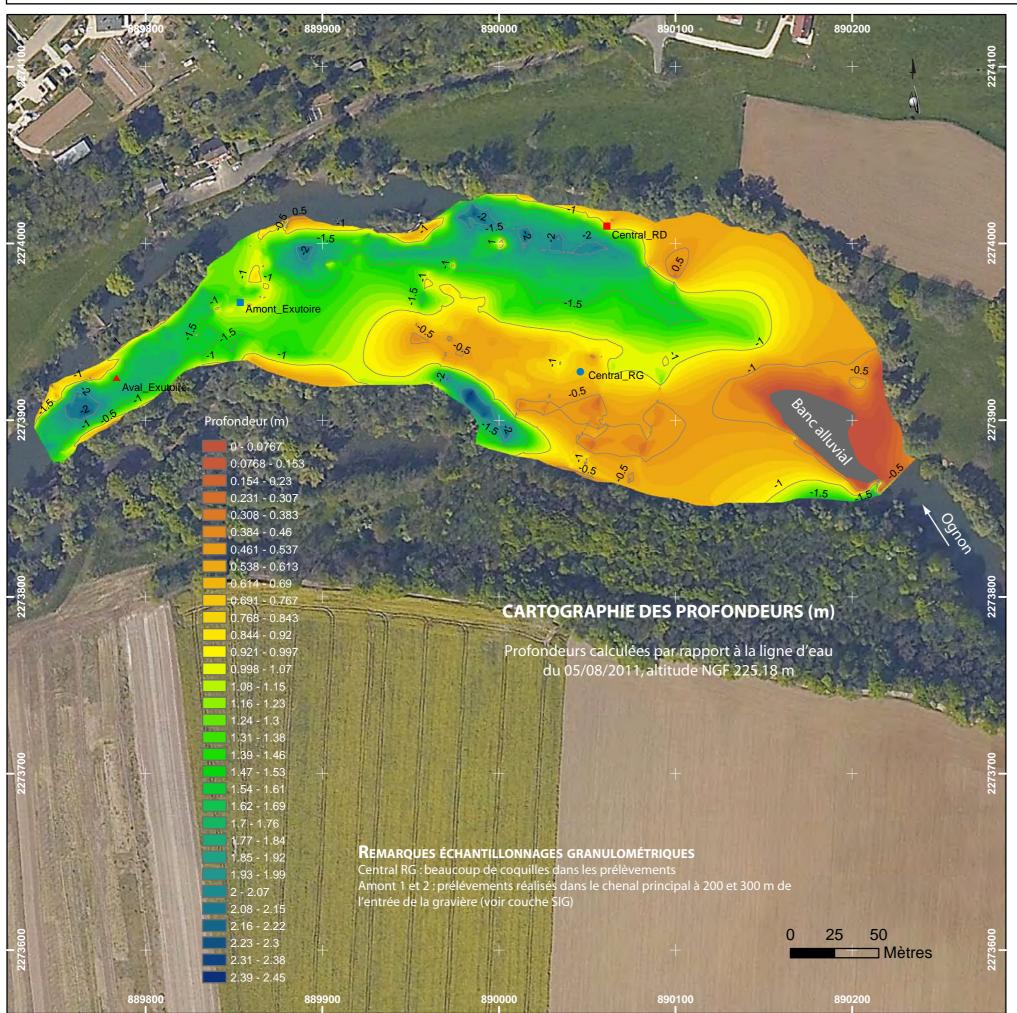
Questionnement

En aval du site le chenal est-il pavé ? En raison de faible vitesse d'écoulement, les forces sont faibles et n'ont pas assez de compétences pour charrier les sédiments grossiers ?

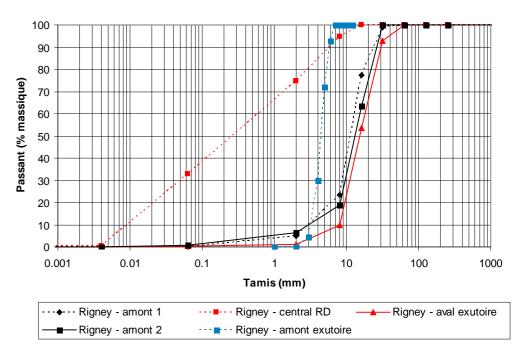


Profil topographique réalisé dans l'axe du chenal (amont/aval).

SUIVI TOPO-BATHYMÉTRIQUE ET GRANULOMÉTRIQUE SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OGNON FICHE N° 3 - SITE DE RIGNEY - JUILLET / AOÛT 2011



SYNTHÈSE DES ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES



%	Rigney - Amont 1	Rigney - Central RD	Rigney - Aval exutoire	Rigney - Amont 2	Rigney - Amont exutoire	Rigney - central RG
Dalles (dont dalles d'argile)						
Rochers						
Blocs						
Pierres grossières						
Pierres fines						
Cailloux grossiers	1.07		7.08			
Cailloux fins	21.55	0.00	39.24	36.43	7.10	
Graviers grossiers	53.87	5.14	44.01	44.52	20.87	
Graviers fins	18.52	20.06	8.72	12.76	42.11	
Sables	4.95	42.08	0.67	5.67	25.36	
Limons	0.04	32.27	0.27	0.62	4.51	
Argiles		0.45	0.02		0.05	
Vase						100
Terre végétale						

Echantillonnages granulométriques volumétriques réalisés à la benne - analyses selon les classes de taille de l'échelle Carhyce (ONEMA).

Equidistance des isobathes : 1 m Nivellement rattaché au NGF Coordonnées planimétriques rattachées au système Lambert 2 étendu











3.4 FICHE N°4 - Site de AULX LES CROMARY

Le site de Aulx les Cromary a été choisi dans le cadre du suivi parce qu'il correspond à une ancienne fosse d'extraction dans le lit mineur connectée à d'autres extractions réalisées dans le lit majeur.

Le site de Aulx Les Cromary se situe en amont du barrage de Moncey (longueur 102 m, hauteur de chute 1.4 m, longueur du remous 3.38 m), dans un tronçon d'environ 20 km qui comporte pas moins de 10 sites d'extraction (figure 2).

Ce site, d'une longueur de 600 pour une largeur variant de 40 à 240 enregistre donc, en plus des extractions dont il a fait l'objet, l'impact cumulé des extractions réalisées en amont dans le lit mineur. Il est de plus directement impacté par le barrage de Moncey qui se situe 400 m en aval.

Les levés bathymétries et prélèvements granulométriques indiquent :

- Un remplissage quasiment total de l'ancienne fosse d'extraction par les vases, avec des profondeurs par rapport à la ligne d'eau d'étiage variant de 1 à 2 m,
- un lobe aval de la fosse d'extraction plus profonde (2/3 m. Ceci s'explique vraisemblablement par la construction d'une usine hydraulique qui a nécessité le creusement d'un canal d'amené d'eau. Lors de la construction des curages ont sans doute été réalisés et l'augmentation des vitesses d'écoulement induite par ce nouveau chenal a sans doute favorisé le lessivage d'une partie de la fraction vaseuse contribuant à augmenter les profondeurs.
- Dans la partie centrale, au niveau des végétations aquatiques, de faibles profondeurs de l'ordre de
 1 m. La végétation favorise le piégeage de sédiments fins.
- Dans le chenal principal de l'Ognon des profondeurs en dessous de la ligne d'eau d'étiage plus élevées de l'ordre de 3 à 4 m avec deux fosses en amont (voir également le profil en long réalisé dans l'axe des écoulements dans le chenal principal). En aval des ces deux fosses, l'altitude du le plancher alluvial est plus élevée : est-ce un stock sédimentaire / vaseux ? ou un secteur n'ayant pas subi de dragage ?
- A l'aval du site, une zone plus profonde (environ 4 m). ce secteur a-t-il fait l'objet de dragage ? cette profondeur correspond t'elle à la profondeur « naturelle » après incision du lit ? quant est-il de l'impact du barrage de Moncey ?
- Une granulométrie identique à l'amont et à l'aval du site composée majoritairement de graviers grossiers (50 %, D50 10mm).
- A l'entrée de la gravière, une granulométrie plus fine composée majoritairement de graviers fins et de limons (62 %).
- Sur le secteur amont, il a été difficile de prélever en raison du peu de sédiments disponible.

Ces résultats indiquent que la fosse ou les successions de fosses provoquent une interruption du transport solide provenant de l'amont avec une rétention des graviers.

En raison de la petite taille des sédiments et de la faible quantité prélevée, on peut s'interroger sur l'existence réelle d'un transport solide provenant de l'amont.

Questionnement

La retenue du barrage de Moncey est-elle comblée de sédiments ? Le barrage es-il transparent au transport solide par charriage ?

Il semble important de poursuivre la bathymétrie jusqu'à barrage de Moncey et les retenues des barrages situées en amont afin de mesurer profondeurs et évaluer son remplissage.

Il apparaît important d'évaluer le linéaire de berge soumis aux érosions afin de quantifier la charge solide entrant dans le système par érosions latérales.

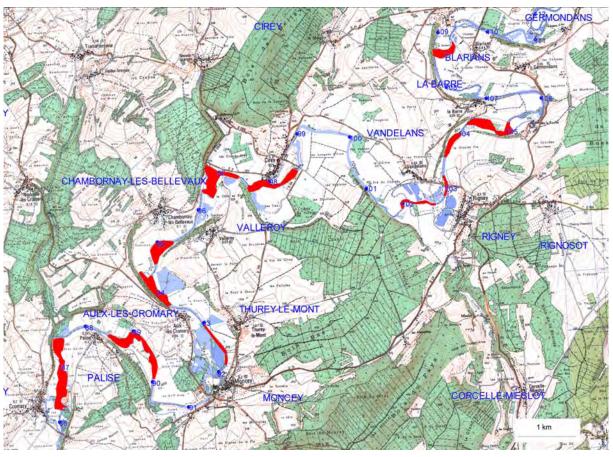
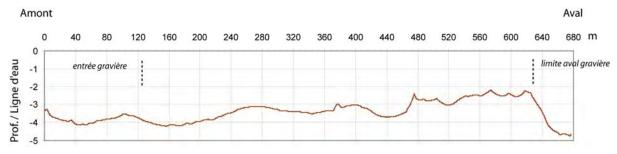
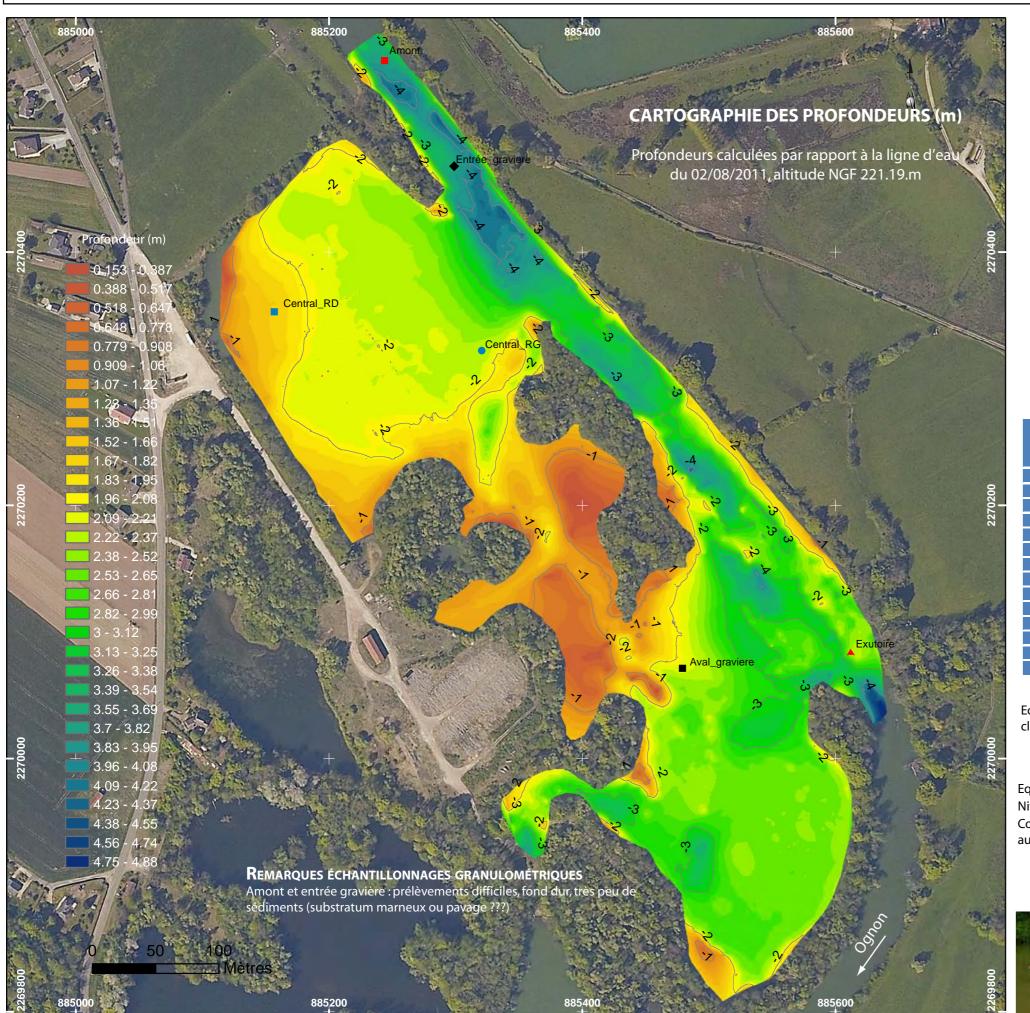


Figure 2 - Exemple d'anciennes extractions dans le lit mineur (amont du site de Aulx les Cromary) - source : J.R. MALAVOI 2003.

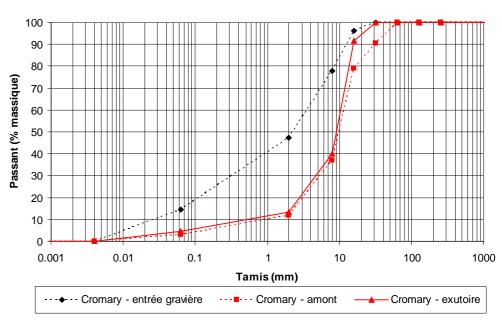


Profil topographique réalisé dans l'axe du chenal (amont/aval).

SUIVI TOPO-BATHYMÉTRIQUE ET GRANULOMÉTRIQUE SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OGNON FICHE N° 4 - SITE DE AULX LES CROMARY - JUILLET / AOÛT 2011



SYNTHÈSE DES ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES



%	Cromary - Entrée gravière	Cromary - amont	Cromary - exutoire	Cromary - central droite	Cromary- aval gravière	Cromary- central gauche
Dalles (dont dalles d'argile)						
Rochers						
Blocs						
Pierres grossières						
Pierres fines						
Cailloux grossiers		9.42				
Cailloux fins	3.64	11.69	8.32			
Graviers grossiers	18.61	42.00	51.54			
Graviers fins	30.29	25.19	26.88			
Sables	32.94	8.62	8.60			
Limons	14.34	3.05	4.60			
Argiles	0.17	0.04	0.07			
Vase				100	100	100
Terre végétale						

Echantillonnages granulométriques volumétriques réalisés à la benne - analyses selon les classes de taille de l'échelle Carhyce (ONEMA).

Equidistance des isobathes : 1 m Nivellement rattaché au NGF Coordonnées planimétriques rattachées au système Lambert 2 étendu













3.5 FICHE N°5 - Site de MARNAY

Le site de Marnay a été choisi dans le cadre du suivi parce que c'est une grande fosse d'extraction et qu'il est situé juste en amont d'un barrage.

D'une longueur de plus de 1300 m pour une largeur variant de 90 à 300 m, le site de Marnay se situe juste en aval du barrage de Marnay dont la hauteur de chute est de 1.90 m et la longueur du remous de 6.35 km (voir couche SIG barrage ETPB Saône Doubs).

Nous ne savons pas, pour l'instant si ce barrage est transparent au transit sédimentaire.

La bathymétrie sur le site de Marnay a été difficile en raison de la présence de grande tache de végétation aquatique.

Les levés bathymétriques indiquent :

- Deux fosses localisées dans l'axe des écoulements principaux en rive droite et gauche (entre les îles) dont les profondeurs en dessous de la ligne d'eau d'étiage sont d'environ 3/4 m voir 4.5 m par endroit. En concentrant les écoulements, les îles situées de part et d'autres de ces fosses participent vraisemblablement à entretenir leur sur-profondeur.
- La partie aval du site et le lobe sud-est sont colmatés par les sédiments fins, de même que les secteurs entre les îles où la végétation aquatique atteint un fort recouvrement. Dans ces zones, les profondeurs en dessous de la ligne d'eau d'étiage atteignent 1 à 2 m.
- Un profil en long du fond du lit très contrasté. Il s'explique :
 - par la végétation aquatique. Le développement de cette végétation aquatique accroît les phénomènes de sédimentation et de stockage et participe au colmatage du chenal,
 - la présence d'une forte épaisseur de vase stratifiée vraisemblablement en une couche en suspension et une couche plus compact et dure. Sur cette partie centrale, nous avons eu des difficultés à calibrer le sondeur et les traces papiers nous indiquaient la présence d'une épaisse couche vaseuse.

Du point de vue granulométrique, les analyses montrent :

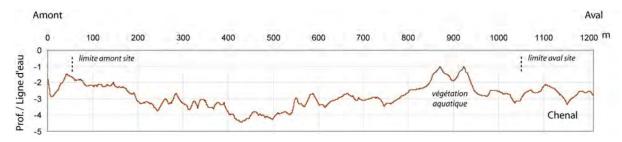
- Un colmatage de l'ensemble du site par les vases dès l'entrée dans la gravière (épaisseur impossible à déterminer).
- En amont immédiat du site d'extraction, la granulométrie est constituée majoritairement de cailloux grossiers, fins et de graviers grossiers résultats des apports amont. Les prélèvements en amont immédiat du pont sont constitués, en effet, d'une granulométrie grossière. En raison, de la faible quantité de sédiments disponibles en amont du barrage, on peut se demander si la charge prélevée en amont immédiat du site d'extraction est une charge solide résiduelle ou si elle provient de l'amont. Dans ce cas, le barrage serait transparent au transport solide. Toutefois, le prélèvement effectué à l'amont du barrage ne peut être représentatif en raison du peu de sédiments disponibles. La faible quantité de sédiments peut s'expliquer soit par un pavage de fond

soit simplement par une absence de sédiments (le fait d'avoir remonté des morceaux de marnes va dans le sens de la seconde hypothèse). Des mesures complémentaires doivent être réalisées au droit du barrage.

 Dans la partie aval du site d'étude, la charge solide est composée de cailloux fins et de graviers grossiers. Sa composition est cohérente avec les prélèvements effectués en amont du site de Chenevrey.

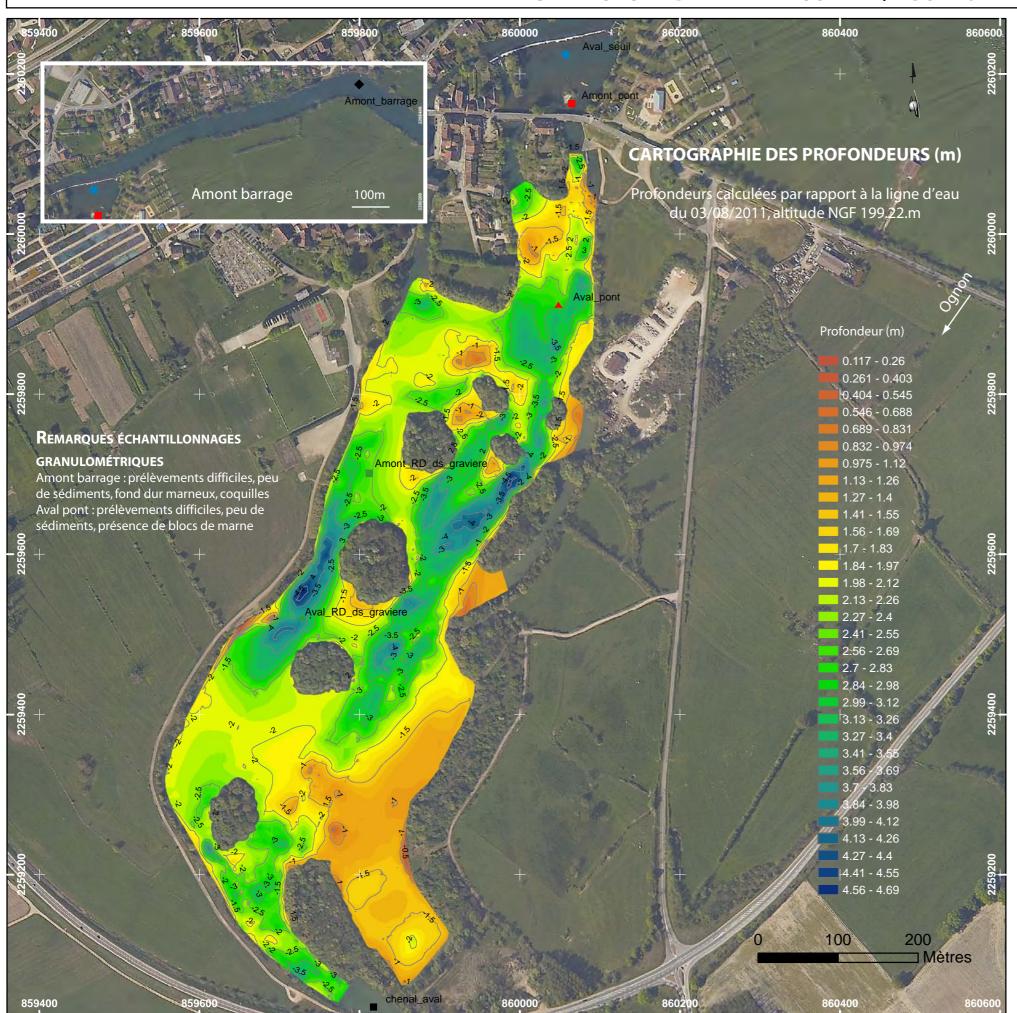
Le site d'extraction provoque une interruption du transport solide. On peut s'interroger sur les quantités d'apport sédimentaires :

- Rétention totale du barrage pour les graviers/galets ? sont-ils réellement charriés ?
- Apport de charge en amont du barrage ? constate t'on la présence de bancs alluviaux en amont qui attesteraient d'un transport solide actif ?
- Rétention pour les fines en suspension, l'ensemble du site est composé de vase.

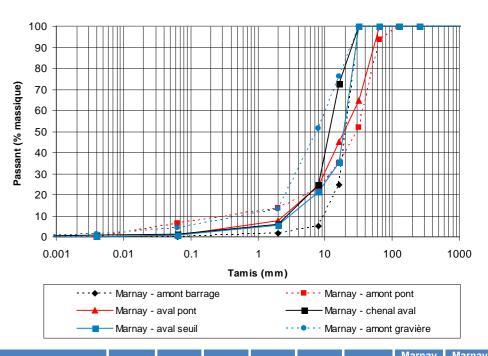


Profil topographique réalisé dans l'axe du chenal (amont/aval).

SUIVI TOPO-BATHYMÉTRIQUE ET GRANULOMÉTRIQUE SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OGNON FICHE N° 5 - SITE DE MARNAY - JUILLET / AOÛT 2011



SYNTHÈSE DES ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES



%	Marnay - Amont barrage	Marnay - Amont Pont	Marnay - Aval Pont	Marnay - Chenal aval	Marnay - Aval seuil	Marnay - Amont gravière	Marnay - RD amont dans gravière	Marnay - Rd aval dans gravière
Dalles (dont dalles d'argile)								
Rochers								
Blocs								
Pierres grossières								
Pierres fines		6.45						
Cailloux grossiers		41.84	35.47					
Cailloux fins	75.32	16.83	19.57	27.15	64.55	23.72		
Graviers grossiers	19.57	11.75	20.63	48.10	14.16	24.85		
Graviers fins	3.62	9.55	16.56	18.72	15.96	38.45		
Sables	1.49	7.06	6.99	4.59	4.43	8.69		
Limons		6.44	0.79	0.73	0.90	3.07		
Argiles		0.09	0.00	0.70	0.00	1.23		
Vase							100.00	100.00
Terre végétale								

Echantillonnages granulométriques volumétriques réalisés à la benne - analyses selon les classes de taille de l'échelle Carhyce (ONEMA).

Equidistance des isobathes : 1 m Nivellement rattaché au NGF Coordonnées planimétriques rattachées au système Lambert 2 étendu







3.6 FICHE N°6 - Site de CHENEVREY

Le site de Chenevrey a été choisi dans le cadre du suivi parce que c'est une ancienne fosse d'extraction dans le lit mineur.

D'une longueur de plus de 600 m pour une largeur de 40 à 270 m, le site de Chenevrey se situe à environ 2.2 km en aval du site de Marnay. Il est directement sous influence de la fosse de Marnay, du barrage et d'un autre site d'extraction dans le lit situé à mi-distance entre Chenevrey et Marnay.

En terme de transport solide, sans forte recharge latérale, ce site subit donc les impacts cumulés des deux fosses et du barrage.

Précisons pour le barrage de Marnay qu'on ne sait pas pour l'instant si celui-ci est transparent au transport solide (taux de remplissage ?).

Les levés bathymétriques montrent :

- En amont et en aval du site, une profondeur de l'ordre de 3/4 m en dessous de la ligne d'eau d'étiage. La profondeur du lit est sensiblement plus élevée qu'en aval du site de Marnay (3 m). On peut donc émettre l'hypothèse que cette sur-profondeur est le résultat de l'érosion régressive et progressive provoquée par les fosses d'extraction (présence d'une fosse à 300 en aval du site de Chenevrey). Elle peut également s'expliquer par un curage dans le chenal au moment de l'exploitation.
- Au centre du site, persiste une fosse plus profonde, de l'ordre de 5 m en dessous de la ligne d'eau d'étiage. Cette fosse bloque la charge sédimentaire en transit composée à 55 % de graviers fins et de sable (prélèvement central_chenal).
- Plus à l'aval au centre du chenal, une fosse secondaire d'une profondeur de 4 m.
- Un colmatage par les vases des deux lobes de rive droite d'une profondeur de l'ordre de 1 à 2 m. ce colmatage s'explique par de plus faibles vitesses d'écoulement (dépôts des sédiments fins) et du comblement naturel par eutrophisation.
- Un profil en long du fond du chenal principal très contrasté avec une succession, dans l'axe du chenal de l'amont vers l'aval, de « trous » et de « buttes » contribuant à bloquer le transport solide.

Du point de vue sédimentaire, les résultats sont difficilement exploitables.

- En amont de la fosse (amont_gravière, aval_entree_chenal), il y a une prédominance des graviers grossiers et des graviers fins (les 40 % de sables dans l'échantillon amont_graviere peuvent s'expliquer par des facteurs locaux, en particulier la végétation).
- En amont de la fosse, la granulométrie est relativement bien équilibrée entre les limons, les sables, les graviers fins et grossiers. Les 20 % de limons attestent toutefois de vitesse d'écoulement plus faible.
- En aval de la fosse, la granulométrie est pratiquement identique (sauf les limons) à celle prélevés en amont. La profondeur de la fosse principale et de la fosse secondaire bloque

vraisemblablement le transfert de sédiments, ce qui signifie que la charge prélevée à l'aval est une charge résiduelle ne provenant pas de l'amont.

Ce site provoque une interruption du transport solide provenant de l'amont :

- Rétention totale pour les graviers/galets charriés,
- Rétention à priori partielle pour les fines en suspension.

Questionnement

Peut-on réellement parlé d'apport sédimentaire, la charge solide présente n'est t'elle pas une charge héritée ?

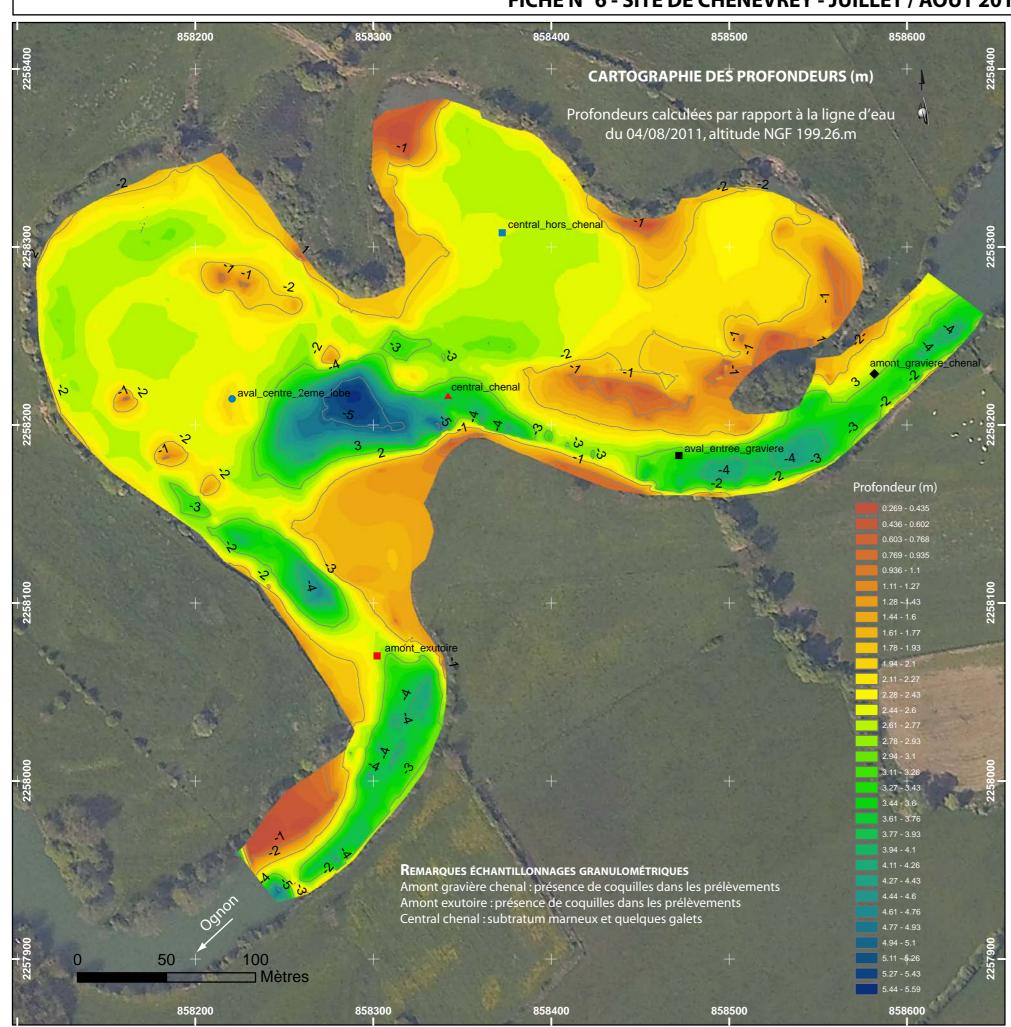
(Marnay chenal aval : 75 % de cailloux fins et graviers grossiers, Chenevrey amont gravière et aval entrée gravière respectivement 23 % et 50 % de cailloux fins et graviers grossiers).

Constate t'on des bancs alluviaux et/ou des érosions de berges entre Marnay et Chenevrey?

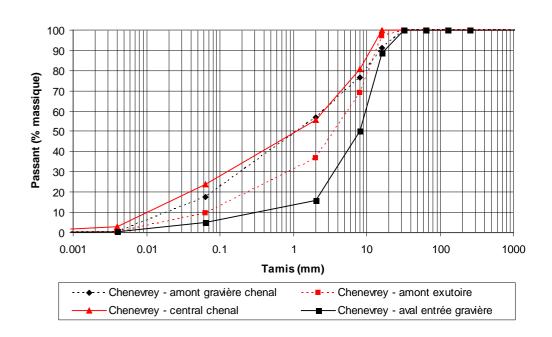


Profil topographique réalisé dans l'axe du chenal (amont/aval).

SUIVI TOPO-BATHYMÉTRIQUE ET GRANULOMÉTRIQUE SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OGNON FICHE N° 6 - SITE DE CHENEVREY - JUILLET / AOÛT 2011



SYNTHÈSE DES ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES



%	Chenevrey - Amont gravière chenal	Chenevrey - Amont exutoire	Chenevrey - Central chenal	Chenevrey - aval entrée gravière	Chenevrey - central hors chenal	Chenevrey - aval centre 2eme lobe
Dalles (dont dalles d'argile)						
Rochers						
Blocs						
Pierres grossières						
Pierres fines						
Cailloux grossiers						
Cailloux fins	8.82	2.78		11.32		
Graviers grossiers	14.58	28.23	19.44	38.57		
Graviers fins	19.86	31.99	24.72	34.32		
Sables	38.97	27.31	32.17	10.83		
Limons	17.46	9.37	20.72	4.47		
Argiles	0.31	0.31	2.96	0.49		
Vase					100.00	100.00
Terre végétale						

Echantillonnages granulométriques volumétriques réalisés à la benne - analyses selon les classes de taille de l'échelle Carhyce (ONEMA).

Equidistance des isobathes : 1 m Nivellement rattaché au NGF Coordonnées planimétriques rattachées au système Lambert 2 étendu







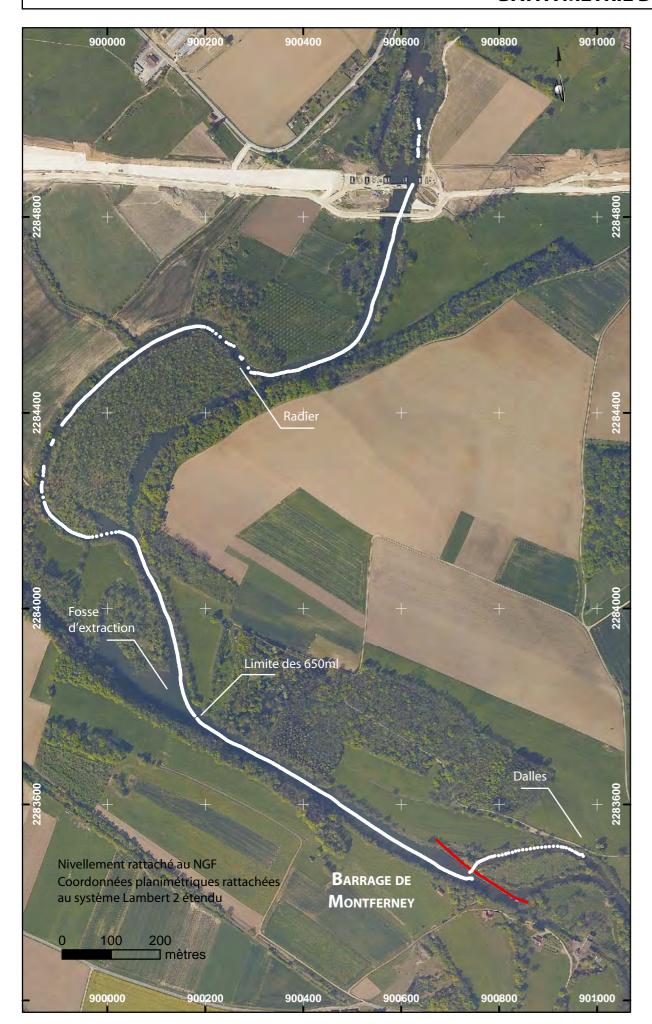
Il semble important de replacer les sites suivis dans un contexte plus large et de s'interroger sur :

- La présence de barrages : sont-ils transparent à la charge solide, taux de remplissage ? transfert de charge ? présence de bancs alluviaux en amont de sites ?
- La source de sédiments : tronçons producteur de charge solide ?
- La fréquence d'apparition des fosses d'extraction dans le lit mineur? provoquant des impacts cumulés.
- Avec les taux d'érosion par secteurs calculé par l'étude MALAVOI (2003), estimer le temps de remplissages des gravières. Cela permettra de quantifier la masse alluviale grossière nécessaire au comblement et d'enrichir la réflexion sur le maintien ou non des ouvrages (barrages, seuils). Attention toutefois au rôle des ouvrages sur le maintien du profil en long. En aval de Beaumotte là où les fosses d'extraction sont les plus nombreuses, il conviendrait de préserver les ouvrages.
- Fournir des éléments quantitatifs afin d'estimer le temps de transfert de charge grossière, sachant que la gravière de Lure présente un point noir important en raison de sa profondeur

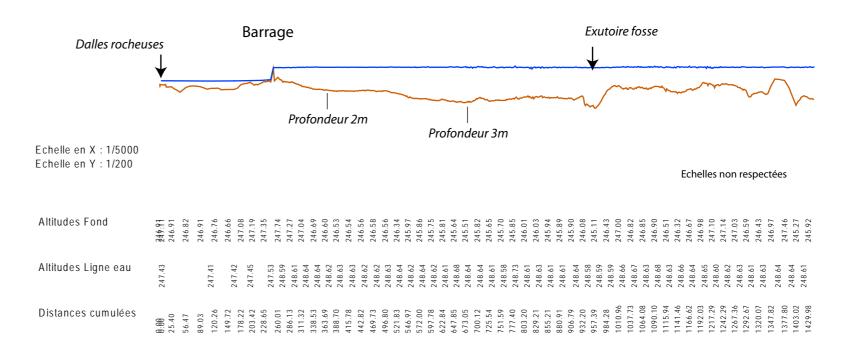
Proposer la restauration de la dynamique, suppressions enrochement, enveloppe de mobilité, comblement des sites d'extractions dans le lit mineur, en particulier celui de Lure.

Attention à l'espace de mobilité au niveau des gravières du lit majeur. Les gravières sont à exclure de l'espace de mobilité au sens du SDAGE.

SUIVI TOPO-BATHYMÉTRIQUE ET GRANULOMÉTRIQUE SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OGNON BATHYMÉTRIE DU BARRAGE DE MONTFERNEY - AVRIL 2012



PROFIL EN LONG PARTIEL DU FOND DU CHENAL ET DE LA LIGNE D'EAU AU DROIT DU BARRAGE



INTERPRÉTATION GEOMORPHOLOGIQUE

L'ouvrage induit une chute à l'étiage d'environ 1m et influence les écoulements en amont jusqu'au seuil du pont de Montferney soit sur une distance de 1900ml (présence d'un radier).

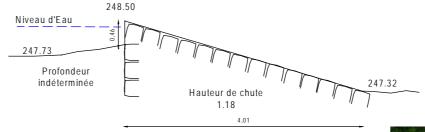
La zone lentique amont est favorable aux dépôts alluvionnaires. Ces dépôts semblent effectifs sur un linéaire d'environ 280ml en amont de l'ouvrage. Plus en amont, le profil montre des profondeurs élevés et constante (3m/ligne d'eau d'étiage), jusqu'au bras mort, qui a vraisemblablement fait l'objet d'extraction de granulats.

On peut s'interroger sur la réalisation d'un curage "récent" qui expliquerait la "forme" du profil des 650ml en amont de l'ouvrage.

De façon transitoire, l'ouvrage semble bloquer une partie du transport solide par charriage qui semble malgré tout s'exprimer pour des évènements de crues morphogènes. On constate en effet des dépôts alluvionnaires en aval immédiat du seuil.

A 250m en aval de l'ouvrage et jusqu'au pont de Montferney, on note la présence du substratum rocheux (dalles). Ces points durs participent au maintient du profil en long du fond du lit.

Coupe - schéma de principe

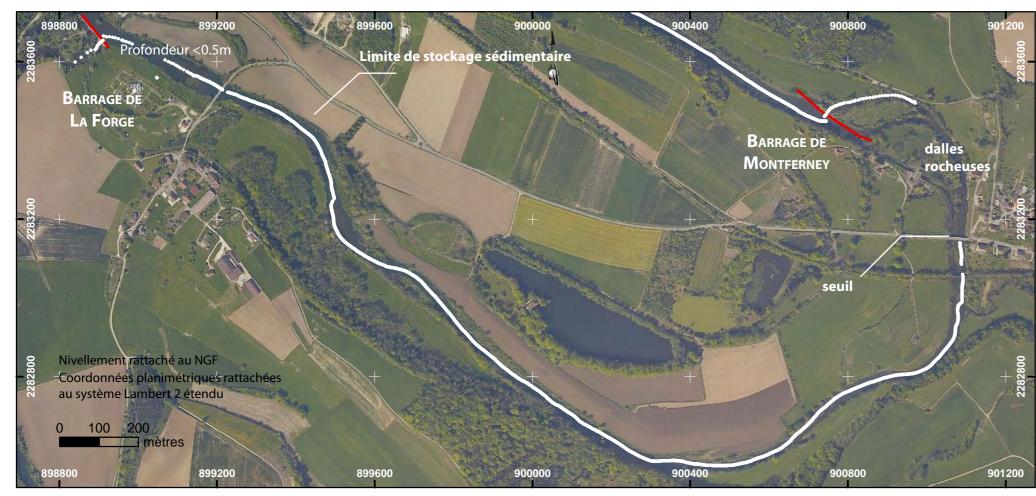








SUIVI TOPO-BATHYMÉTRIQUE ET GRANULOMÉTRIQUE SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OGNON BATHYMÉTRIE DU BARRAGE DE LA FORGE - AVRIL 2012



INTERPRÉTATION GEOMORPHOLOGIQUE

L'ouvrage induit une chutte à l'étiage d'environ 2.60m et influence les écoulements en amont jusqu'au seuil du pont de Montferney soit sur une distance de 3000ml.

L'ouvrage crée en amont une zone lentique favorable au processus de dépôts alluvionnaires.

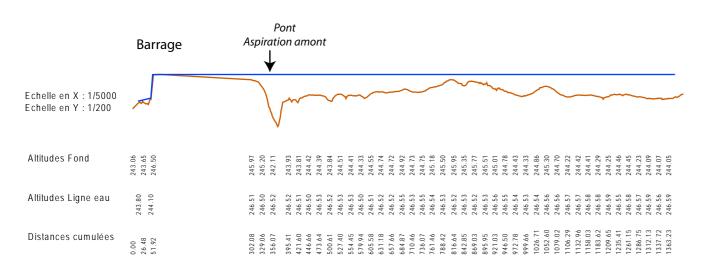
En l'absence d'entretien de la retenue, l'ouvrage s'est fortement comblé au fil du temps. Les profondeurs enregistrées en dessous la ligne d'eau d'étiage sont de l'ordre de 25cm en amont immédiat de l'ouvrage. La zone d'influence s'étend jusqu'au pont de Montagney-Servigney sur une longueur d'environ 3000ml.

L'ouvrage apparaît transparent au transport solide par charriage. Le transit de charge est confirmé par la présence de matériaux alluvionnaires (bancs) en aval de l'ouvrage.

Au droit du pont de Montagney-Servigney, on observe très nettement une fosse liée vraisemblablement à une aspiration d'eau (pancarte indiquant cette aspiration au droit du pont). Le très fort dénivelé provoque une érosion régressive observable sur un linéaire d'environ 400ml.

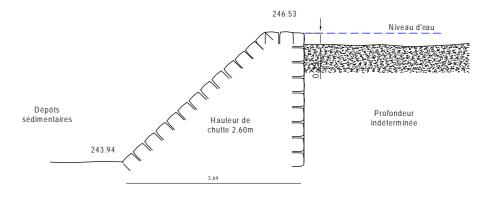
Plus en aval, le profil en long semble stabilisé en raison du seuil sous le pont de Montferney.

PROFIL EN LONG PARTIEL DU FOND DU CHENAL ET DE LA LIGNE D'EAU AU DROIT DU BARRAGE



Echelles non respectée

Coupe - schéma de principe

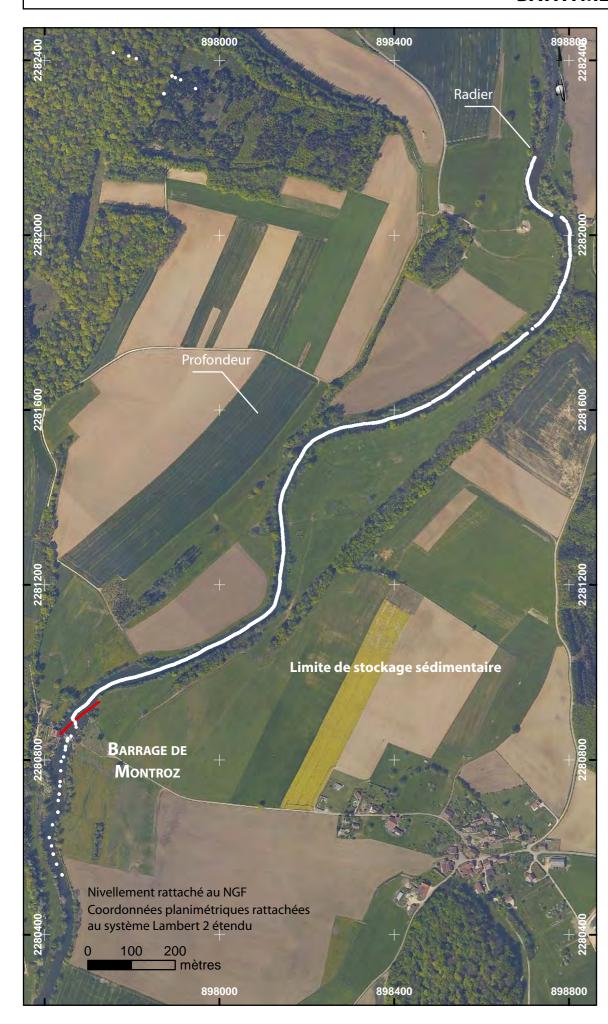




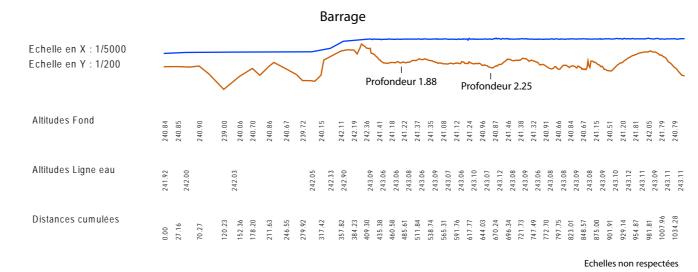




SUIVI TOPO-BATHYMÉTRIQUE ET GRANULOMÉTRIQUE SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OGNON BATHYMÉTRIE DU BARRAGE DE MONTROZ - AVRIL 2012



PROFIL EN LONG PARTIEL DU FOND DU CHENAL ET DE LA LIGNE D'EAU AU DROIT DU BARRAGE



INTERPRÉTATION GEOMORPHOLOGIQUE

indéterminée

L'ouvrage de Montroz induit une chute d'étiage de l'ordre de 1.28m. Un seuil en enrochements est situé à l'aval immédiat de l'ouvrage, les deux structures induisent une hauteur de chute d'environ 3.30m.

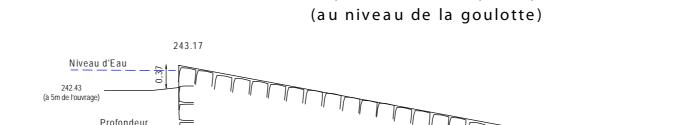
Cet ouvrage influence les écoulements sur un linéaire d'environ 1900ml (radier).

Du point de vue sédimentaire et à la vue de ces résultats, il semble délicat de conclure sur l'impact de cet ouvrage sur le transport solide. La retenue n'apparait pas comblée par les matériaux alluvionnaires qui semblent seulement contribuer à homogénéiser l'altitude du fond du lit sur un linéaire de 500ml.

Coupe - schéma de principe

Sans mesures complémentaires, on peut donc s'interroger sur l'existence d'un transport solide dans ce secteur.

En aval de l'ouvrage, on note la présence de 2 fosses d'une profondeur de l'ordre de 3m en dessous de la ligne d'eau d'étiage.







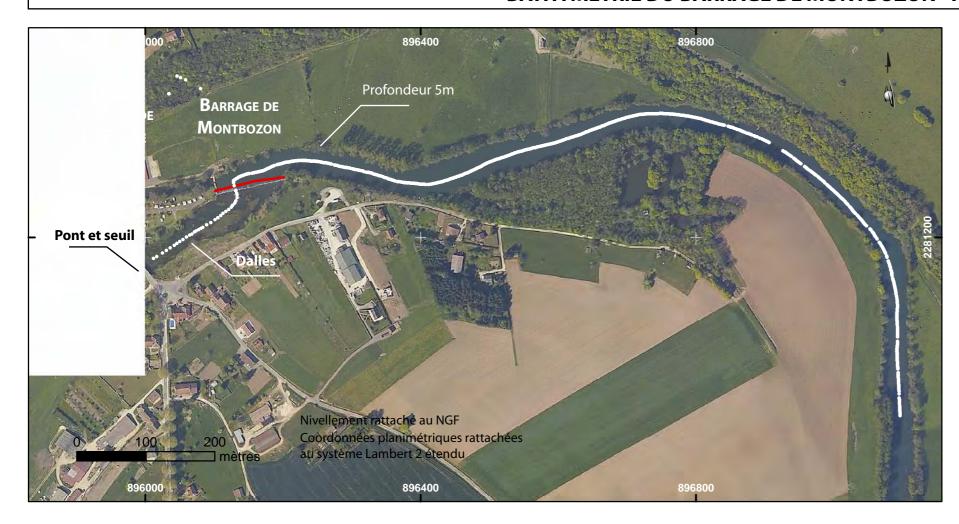








SUIVI TOPO-BATHYMÉTRIQUE ET GRANULOMÉTRIQUE SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OGNON BATHYMÉTRIE DU BARRAGE DE MONTBOZON - AVRIL 2012



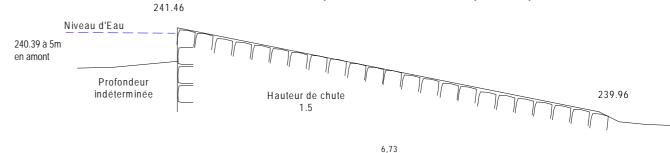
INTERPRÉTATION GEOMORPHOLOGIQUE

L'ouvrage induit une chute à l'étiage d'environ 1.5m et influence les écoulements en amont sur une longueur de l'ordre de 2400ml.

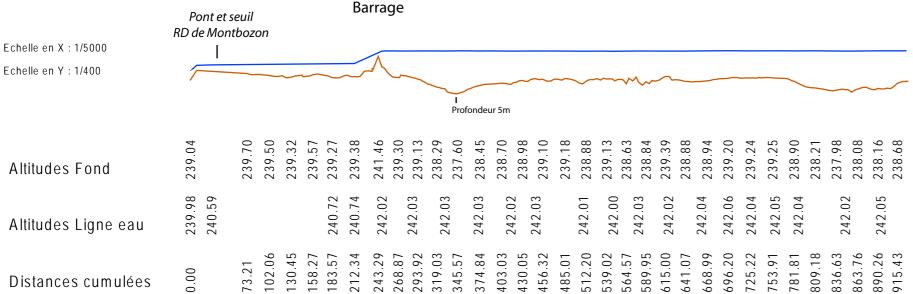
D'un point de vue sédimentaire, le profil en long du fond du lit ne montre pas de fort dépôts alluvionnaires en amont du seuil.. On peut toutefois noté une accumulation de la charge sédimentaires dans les 100 premiers mètres en amont de l'ouvrage. Ceci peut s'expliquer par le comblement progressif de la fosse localisé à 100m en amont du seuil. Plus en amont la pente du fond du lit est uniforme.

En aval, les profondeurs sont réduites (1/1.20m). Ceci s'explique de deux manières : (1) une accumulation de charge sédimentaire qui tend à montrer que l'ouvrage reste transparent au transport solide, (2) le substratum rocheux affleurent à partir de 100m en amont du pont de Montbozon.

Coupe - schéma de principe



PROFIL EN LONG PARTIEL DU FOND DU CHENAL ET DE LA LIGNE D'EAU AU DROIT DU BARRAGE











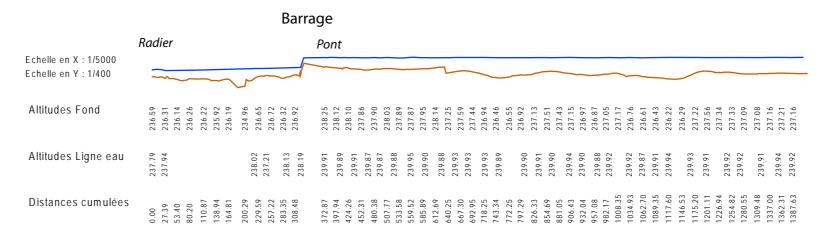




SUIVI TOPO-BATHYMÉTRIQUE ET GRANULOMÉTRIQUE SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OGNON **BATHYMÉTRIE DU BARRAGE DE MAUSSANS - AVRIL 2012**



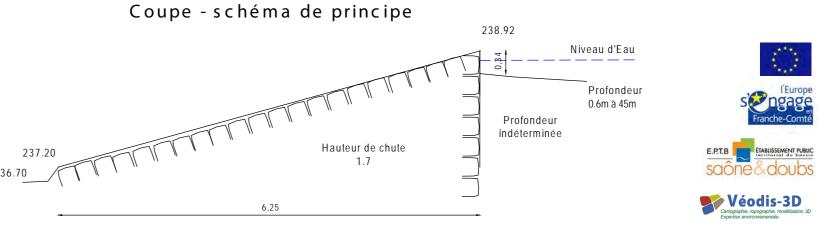
PROFIL EN LONG PARTIEL DU FOND DU CHENAL ET DE LA LIGNE D'EAU AU DROIT DU BARRAGE



INTERPRÉTATION GEOMORPHOLOGIQUE

L'ouvrage induit une chute à l'étiage d'environ 1.7m et influence les écoulements en amont sur une longueur de 2600ml (radier).

D'un point de vue sédimentaire, l'ouvrage apparaît transparent au transport solide en raison du comblement d'une partie de la retenue. On remarque ainsi à l'aval de l'ouvrage la présence de bancs alluviaux en rive droite.

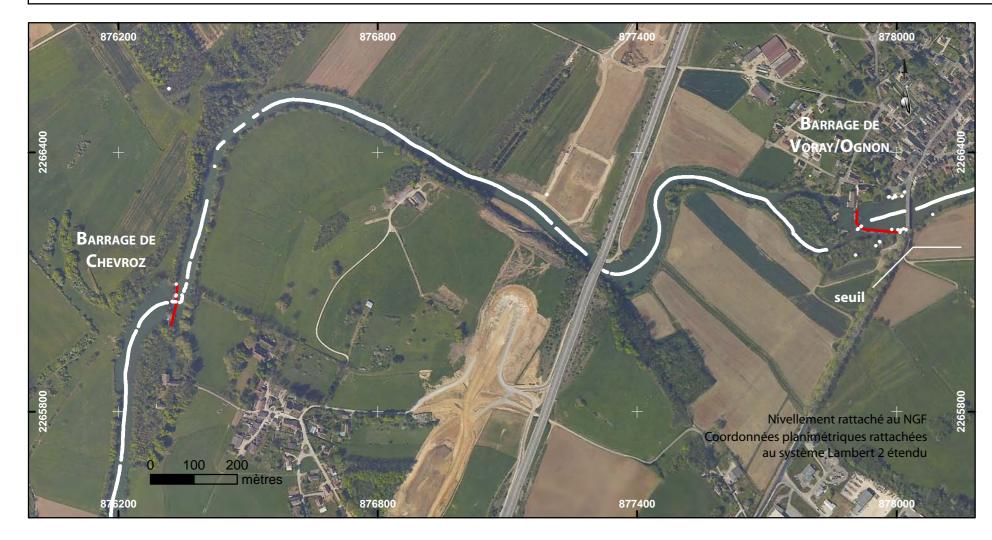








SUIVI TOPO-BATHYMÉTRIQUE ET GRANULOMÉTRIQUE SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OGNON BATHYMÉTRIE DU BARRAGE DE CHEVROZ - AVRIL 2012



INTERPRÉTATION GEOMORPHOLOGIQUE

L'ouvrage induit une chute à l'étiage d'environ 1.8m et influence les écoulements en amont jusqu'à l'ouvrage de Voray-sur-l'Ogon c'est-à-dire sur un linéaire de 2200ml.

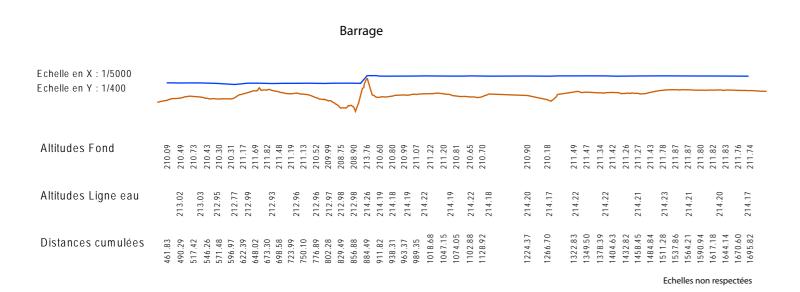
On ne remarque pas de fort comblement de la retenue de l'ouvrage. Il semble qu'il y ait très peu de matériaux alluvionnaires provenant de l'amont.

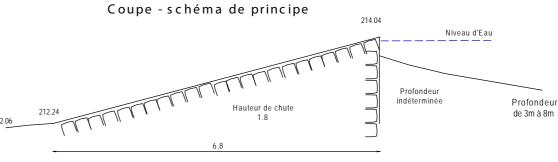
Les profondeurs en dessous de la ligne d'eau d'étiage amont immédiat de la retenue sont de l'ordre de 3m.

En amont de l'ouvrage, contrairement aux autres secteurs, le fond du lit est moins "chaotique" et la profondeur est pratiquement constante jusqu'à la ligne LGV. Au droit du pont LGV (voir profil général), on remarque une fosse liée à la construction de la ligne.

En aval de l'ouvrage, on note la présence d'une fosse de dissipation (profondeur 4m), puis vers l'aval de plus faible profondeur (~1m).

PROFIL EN LONG PARTIEL DU FOND DU CHENAL ET DE LA LIGNE D'EAU AU DROIT DU BARRAGE







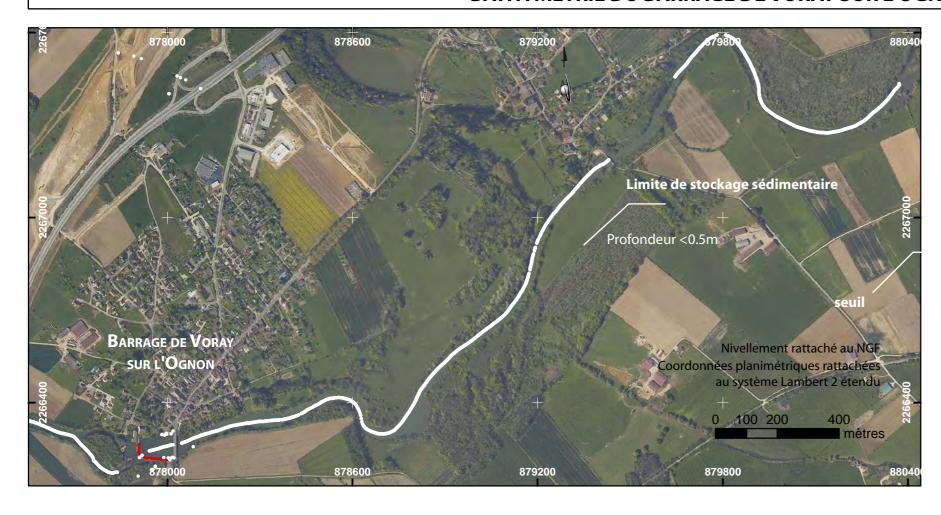




© Véodis-3D - www.veodis-3d.com



SUIVI TOPO-BATHYMÉTRIQUE ET GRANULOMÉTRIQUE SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OGNON BATHYMÉTRIE DU BARRAGE DE VORAY SUR L'OGNON - AVRIL 2012



INTERPRÉTATION GEOMORPHOLOGIQUE

L'ouvrage de Voray-sur-l'Ogon est le premier ouvrage important d'une série de 5 ouvrages successifs sur un linéaire de 24km (Voray sur l'Ogon , Chevroz, Geneuille, Cussey sur l'Ogon et Moncley).

la zone lentique en amont de l'ouvrage semble favorable au dépots de matériaux alluvionnaires en transit. La retenue semble se combler et les profondeurs enregistrées entre le barrage et le pont de la RD restent faibles (~70cm).

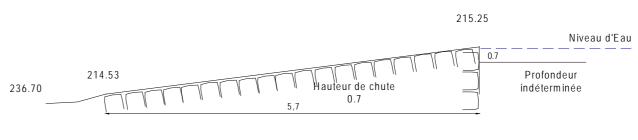
L'ouvrage apparaît transparent au transport solide puiqu'on note la présence de dépôts alluvionnaires en aval du barrage, dans le bras de rive gauche, le bras de rive droite étant "aménagé" pour la pratique du kayak. Ces bancs apparaissent partiellement mobiles.

En amont du pont, on remarque la présence d'une fosse qui ne semble pas avoir d'impact sur le profil en long. On peut toutefois s'interroger sur l'existence d'une charge sédimentaire en transit : si celle-ci était effective, la fosse serait en cours de comblement.

PROFIL EN LONG PARTIEL DU FOND DU CHENAL ET DE LA LIGNE D'EAU AU DROIT DU BARRAGE

Echelle en X : 1/50000 Echelle en Y : 1/400 Altitudes Fond Altitudes Lond Distances cumulées Barrage Barrage Barrage Barrage Pont RD Pont

Coupe - schéma de principe







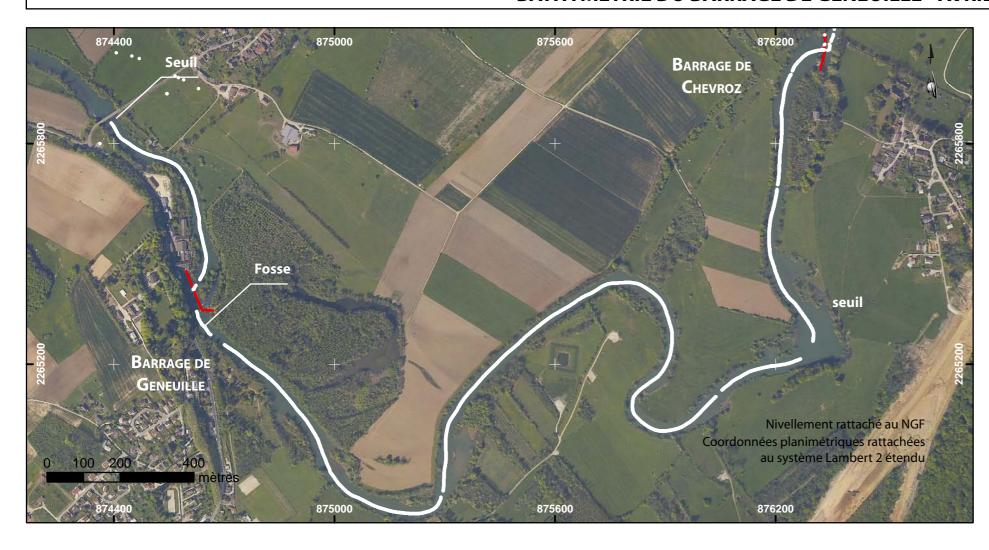


© Véodis-3D - www.veodis-3d.com



SUIVI TOPO-BATHYMÉTRIQUE ET GRANULOMÉTRIQUE SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OGNON BATHYMÉTRIE DU BARRAGE DE GENEUILLE - AVRIL 2012

Echelles non respectée



INTERPRÉTATION GEOMORPHOLOGIQUE

L'ouvrage induit une chute à l'étiage d'environ 1.30m et influence les écoulements en amont jusqu'au seuil du pont de Montroz soit sur une distance de 3700ml.

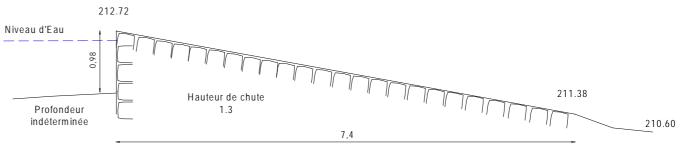
L'ouvrage de Geneuille enregistre l'impact cumulé des ouvrages de Voray et Chevroz. Le comblement de la retenue par la charge alluvionnaire est limité (profondeur jusqu'à 70m en aval de l'ouvrage de l'ordre de 1m). ceci peut s'expliquer de 2 manières : 1. la présence d'une fosse au droit du système de vanne témoigne de l'existence d'un processus de purge sédimentaire, 2. les faibles apports alluvionnaires.

On note toutefois la présence bancs alluviaux en aval du barrage signifiant que celui-ci est relativement transparent au transport solide.

PROFIL EN LONG PARTIEL DU FOND DU CHENAL ET DE LA LIGNE D'EAU AU DROIT DU BARRAGE

Echelle en X : 1/5000 Echelle en Y : 1/400 Barrage Seuil pont RD Bussières Allitudes Fond Allitudes Ligne eau Distances cumulées Distances cum

Coupe - schéma de principe







© Véodis-3D - www.veodis-3d.com







SUIVI TOPO-BATHYMÉTRIQUE ET GRANULOMÉTRIQUE SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OGNON BATHYMÉTRIE DU BARRAGE DE CUSSEY SUR L'OGNON - AVRIL 2012



INTERPRÉTATION GEOMORPHOLOGIQUE

L'ouvrage induit une chute à l'étiage d'environ 1.85mm et influence les écoulements en amont jusqu'au seuil du pont de Geneuille/Bussières soit sur une distance de 3500ml.

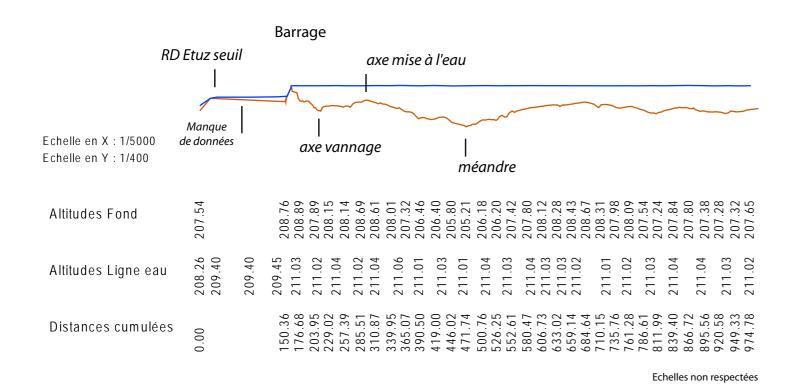
Le profil en travers est à interprété avec prudence car réalisé pour ses 60 premiers mètres pratiquement parallèle à la la crête de l'ouvrage.

La surprofondeur observée en amont immédiat de l'ouvrage est située dans l'axe du système de vanne, elle résulte donc d'une chasse sédimentaire lors de l'ouverture du clapet.

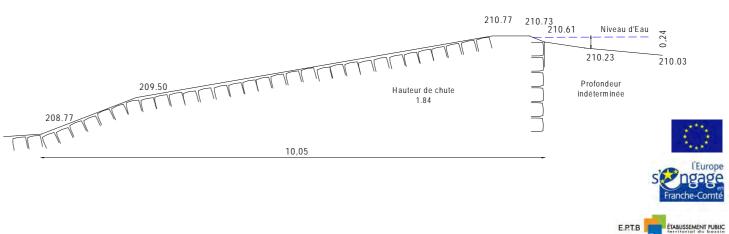
D'un point de vue sédimentaire, il semble que le comblement existe mais soit limité en raison du clapet de l'ouvrage qui permet une évacuation des sédiments vers l'aval. Toutefois, l'ouvrage apparaît transparent au transport solide, pour les crues dites "morphogènes".

Plus à l'aval, le profil en long est calé sur le seuil du pont de la RD d'Etuz.

PROFIL EN LONG PARTIEL DU FOND DU CHENAL ET DE LA LIGNE D'EAU AU DROIT DU BARRAGE



Coupe - schéma de principe



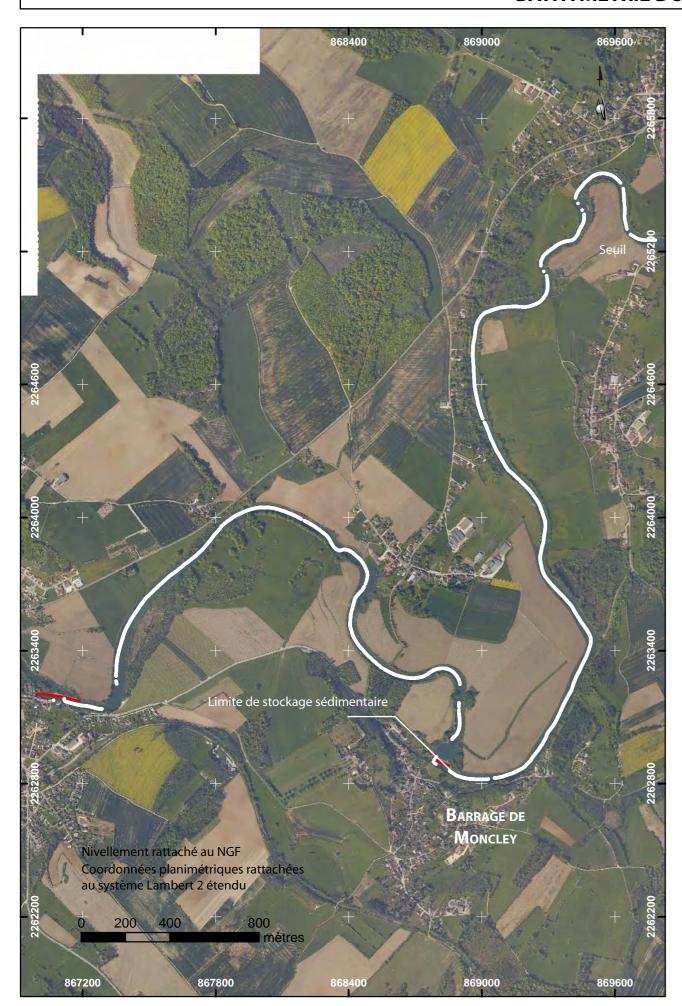




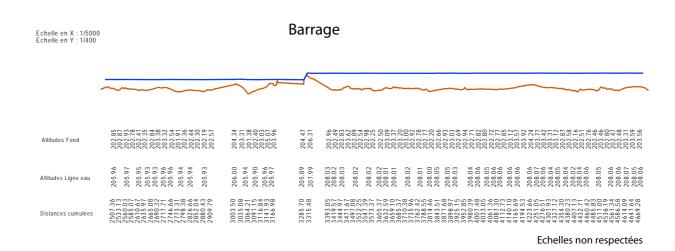
© Véodis-3D - www.veodis-3d.com



SUIVI TOPO-BATHYMÉTRIQUE ET GRANULOMÉTRIQUE SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OGNON BATHYMÉTRIE DU BARRAGE DE MONCLEY - AVRIL 2012



PROFIL EN LONG PARTIEL DU FOND DU CHENAL ET DE LA LIGNE D'EAU AU DROIT DU BARRAGE



INTERPRÉTATION GEOMORPHOLOGIQUE

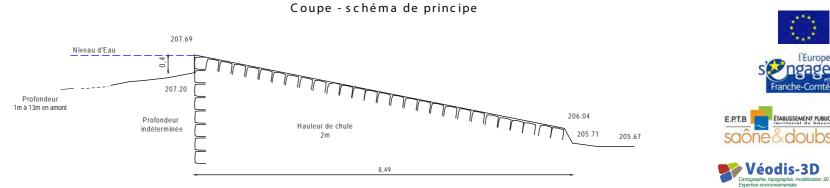
L'ouvrage induit une chute à l'étiage d'environ 2m et influence les écoulements en amont jusqu'au seuil du pont de Charbornay les Pins soit sur une distance de 4000ml.

Le site de Moncley enregistre l'impact cumulé des ouvrages de Voray sur l'Ogon (20km), Chevroz, (16km) Geneuille 14km), Cussey sur l'Ogon (10km).

Les profondeurs enregistrées en amont de l'ouvrage montrent un comblement sédimentaire. Ainsi, alors que la profondeur en aval immédiat de l'ouvrage est d'environ 1m, elle atteind 4.80m à 100m.

En raison de ce comblement en aval immédiat de l'ouvrage, celui-ci apparaît être transparent au transport solide. En aval, jusqu'à la fosse de dissipation, la profondeur est constante (de l'ordre de 1m par rapport à la base du seuil), vraisemblablement en raison d'un seuil en enrochements.

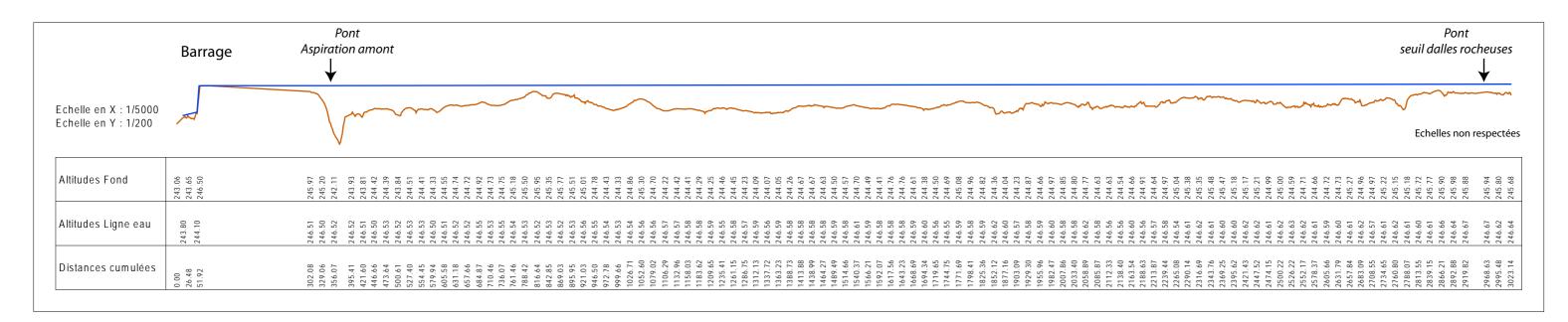
En l'absence de sondage sédimentaire en amont de la retenue et d'indices de terrain (bancs alluviaux), il est difficile de conclure sur l'existance d'un transport solide effectif au droit de ce seuil. Il semble fort probable que les apports sédimentaires, s'ils existent, soient très faible (fond du lit homogène, pas d'érosion de berge en amont)



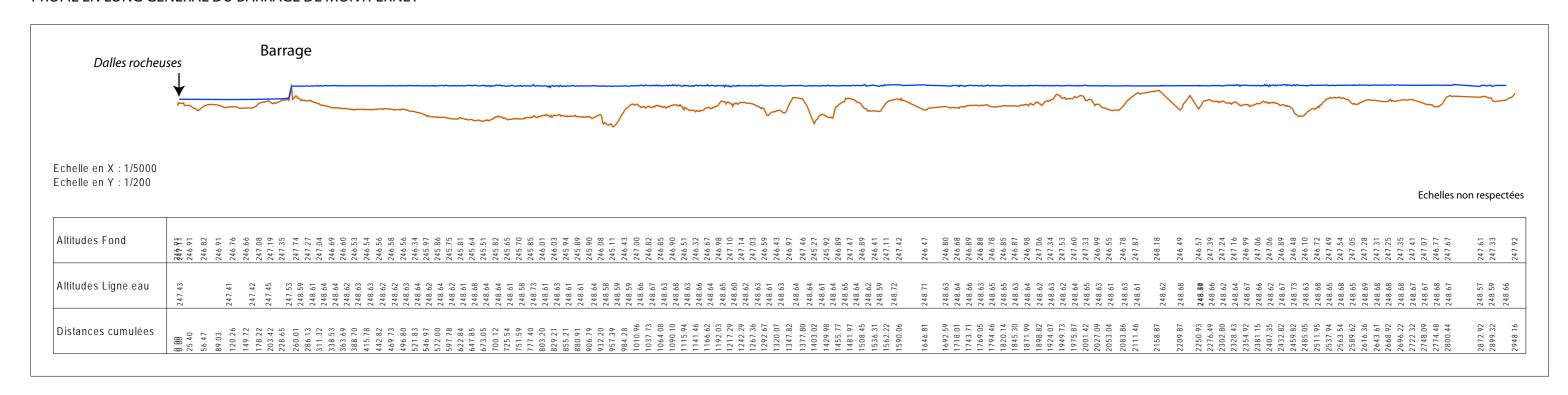




PROFIL EN LONG GENERAL DU BARRAGE DE LA FORGE



PROFIL EN LONG GENERAL DU BARRAGE DE MONTFERNEY





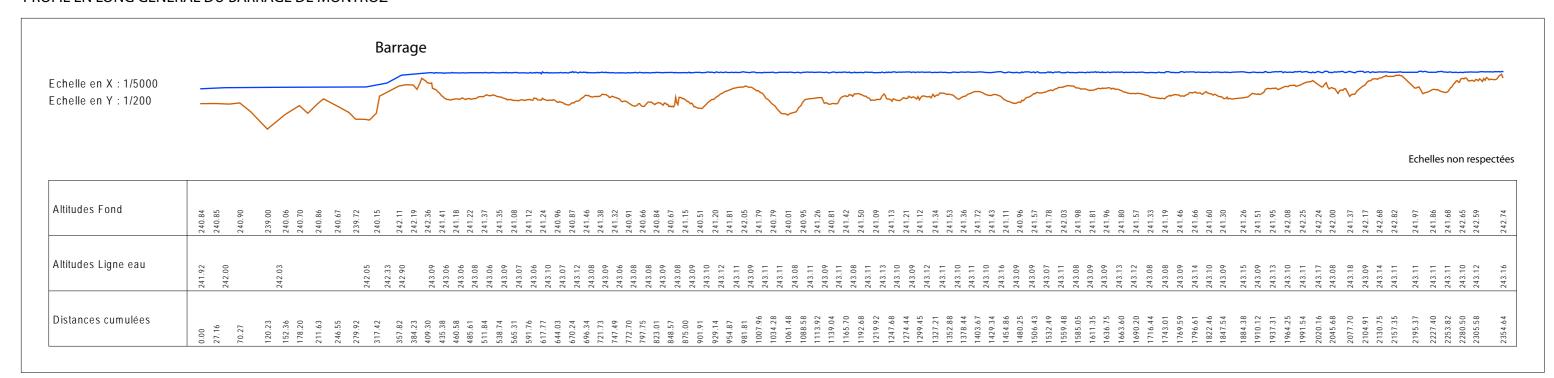




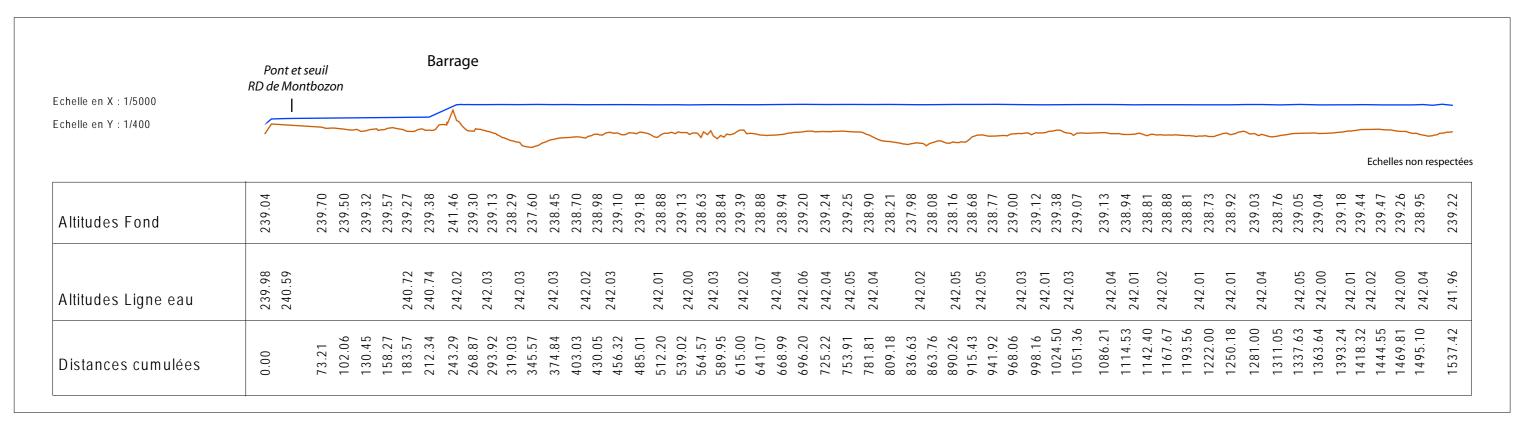




PROFIL EN LONG GENERAL DU BARRAGE DE MONTROZ



PROFIL EN LONG GENERAL DU BARRAGE DE MONTBOZON





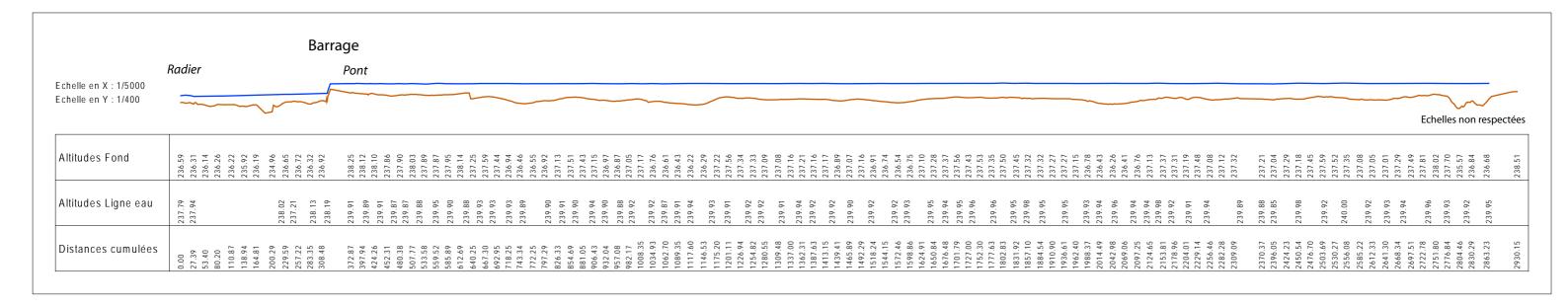








PROFIL EN LONG GENERAL DU BARRAGE DE MAUSSANS





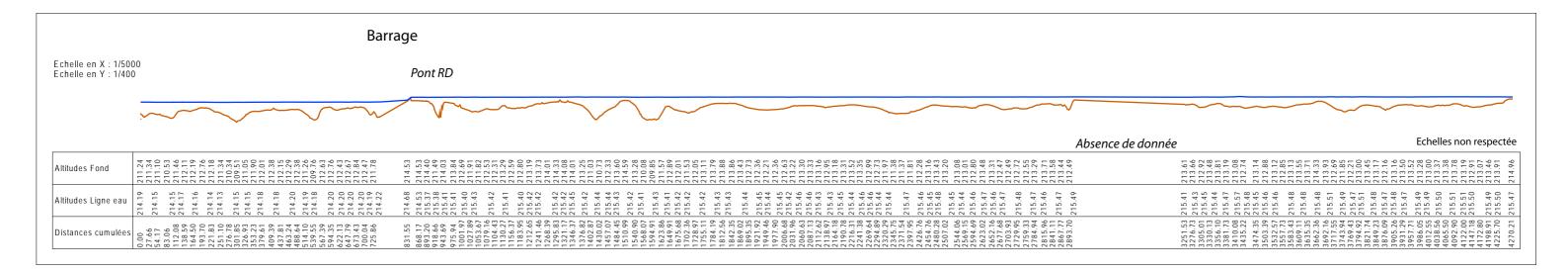




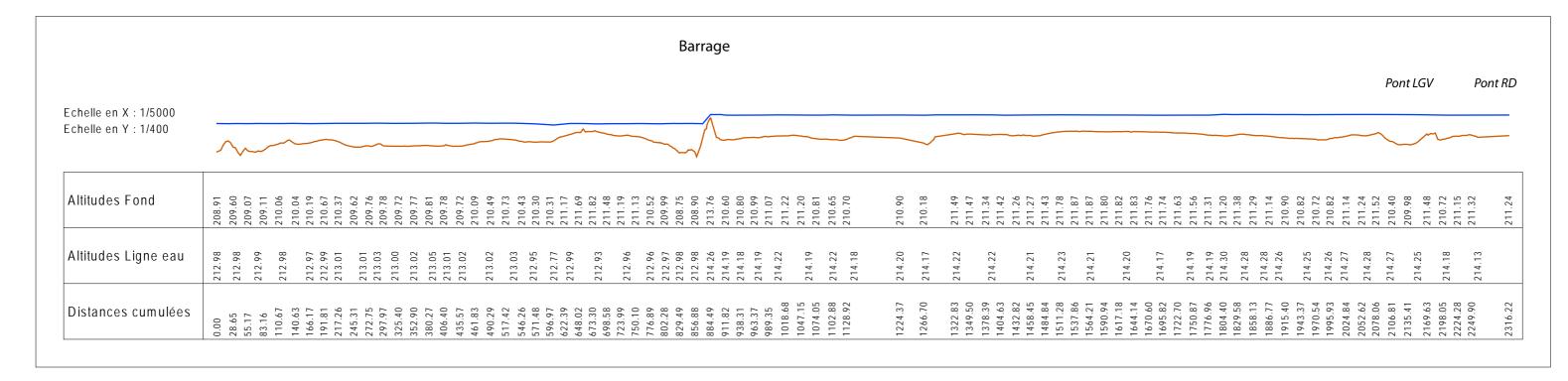




PROFIL EN LONG GENERAL DU BARRAGE DE VORAY SUR l'OGNON



PROFIL EN LONG GENERAL DU BARRAGE DE CHEVROZ





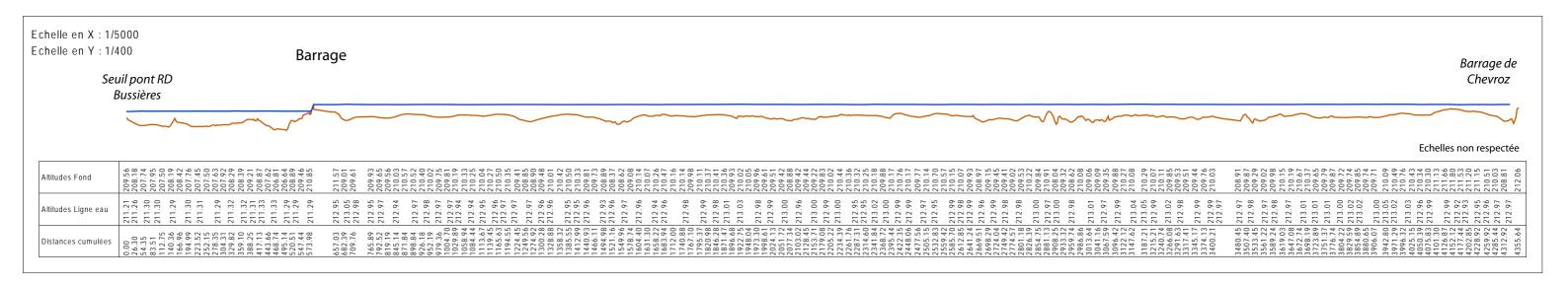








PROFIL EN LONG GENERAL DU BARRAGE DEGENEUILLE / BUSSIERES





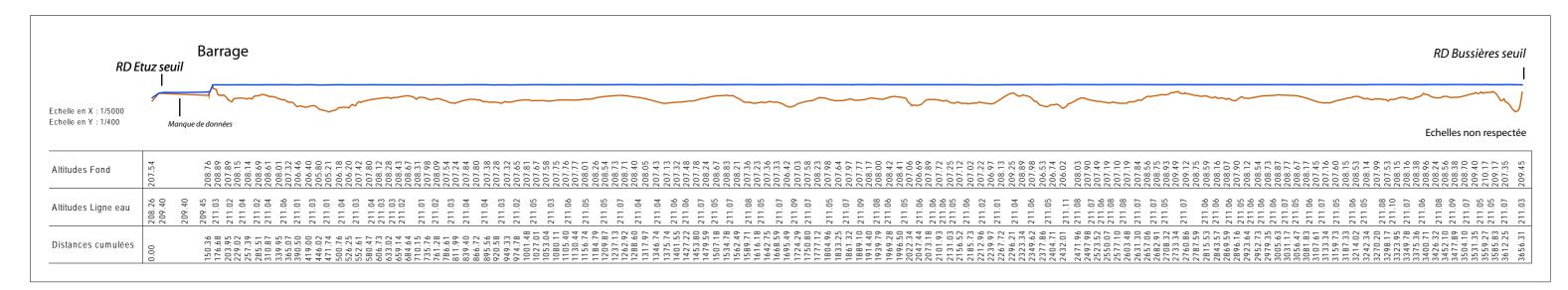








PROFIL EN LONG GENERAL DU BARRAGE DE CUSSEY SUR l'OGNON



PROFIL EN LONG GENERAL DU BARRAGE DE MONCLEY

Echelle en X : 1/5000 Echelle en Y : 1/400	Barrage Emagny	Barrage	Pont RD seuil Charbonnay Les Pins
Altitudes Fond	######################################	2272877 277899 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28	- 2588
	2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	200 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Color Colo
istances cumulées 00000	18 6 26 26 27 26 27 26 27 26 27 26 27 26 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27	\$ 1000 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	######################################



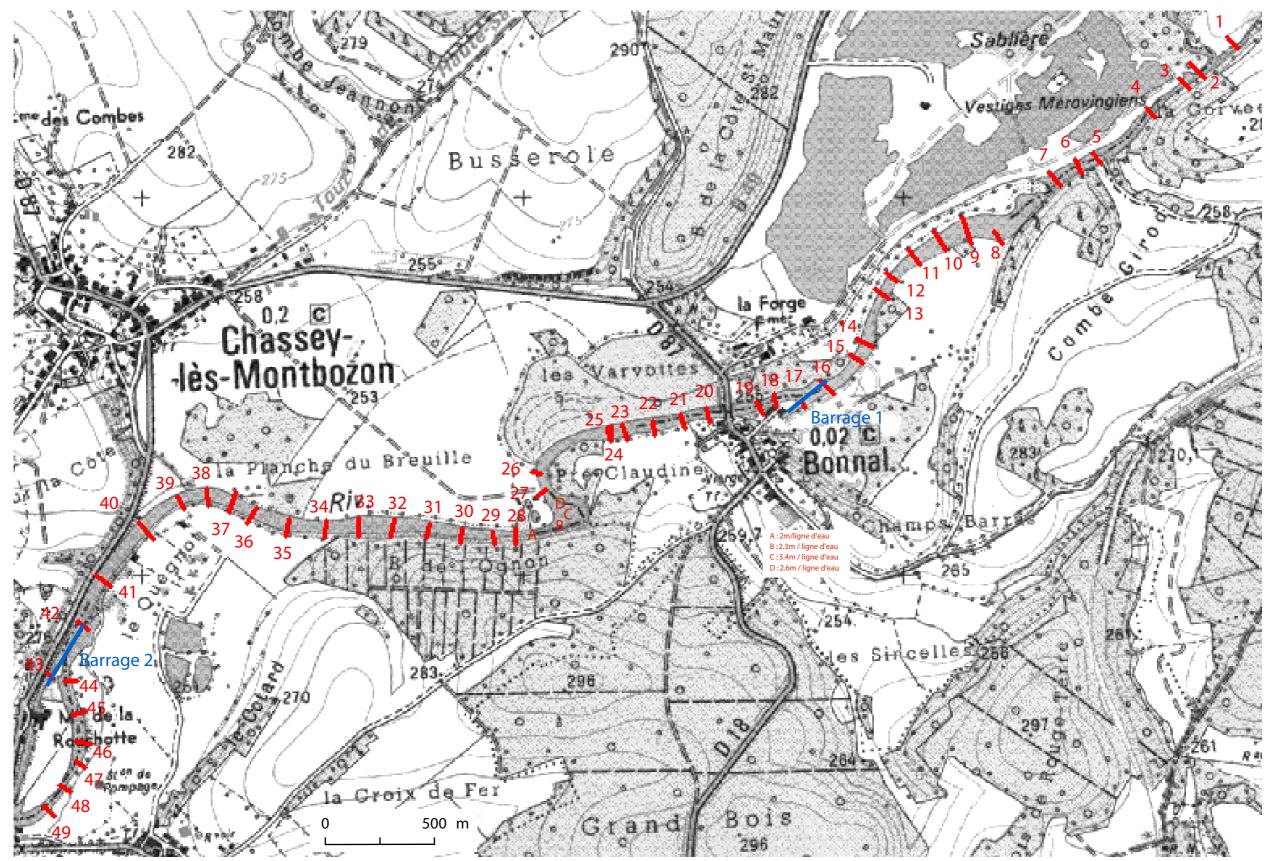








POSITIONNEMENT DES PROFILS



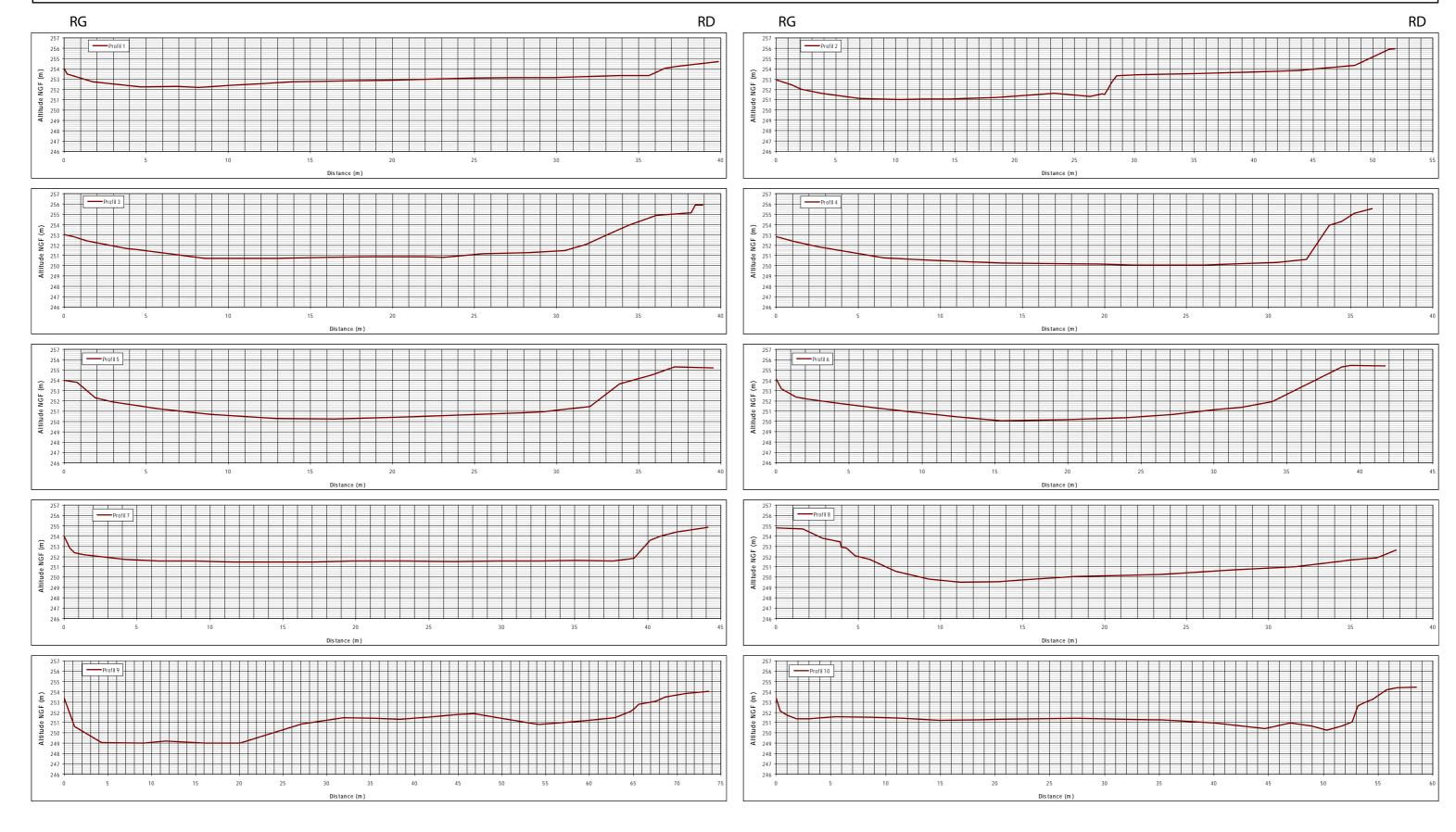












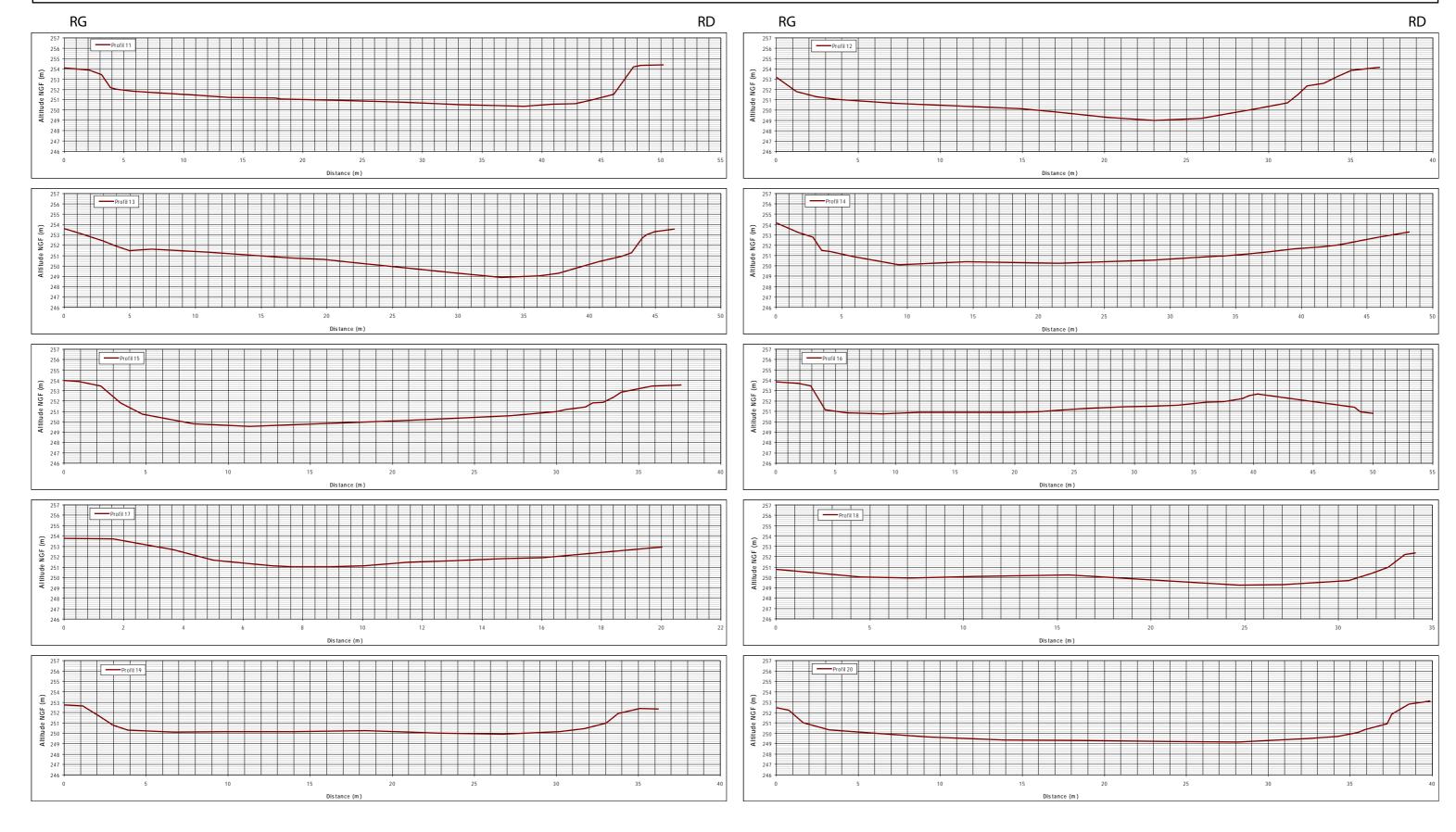












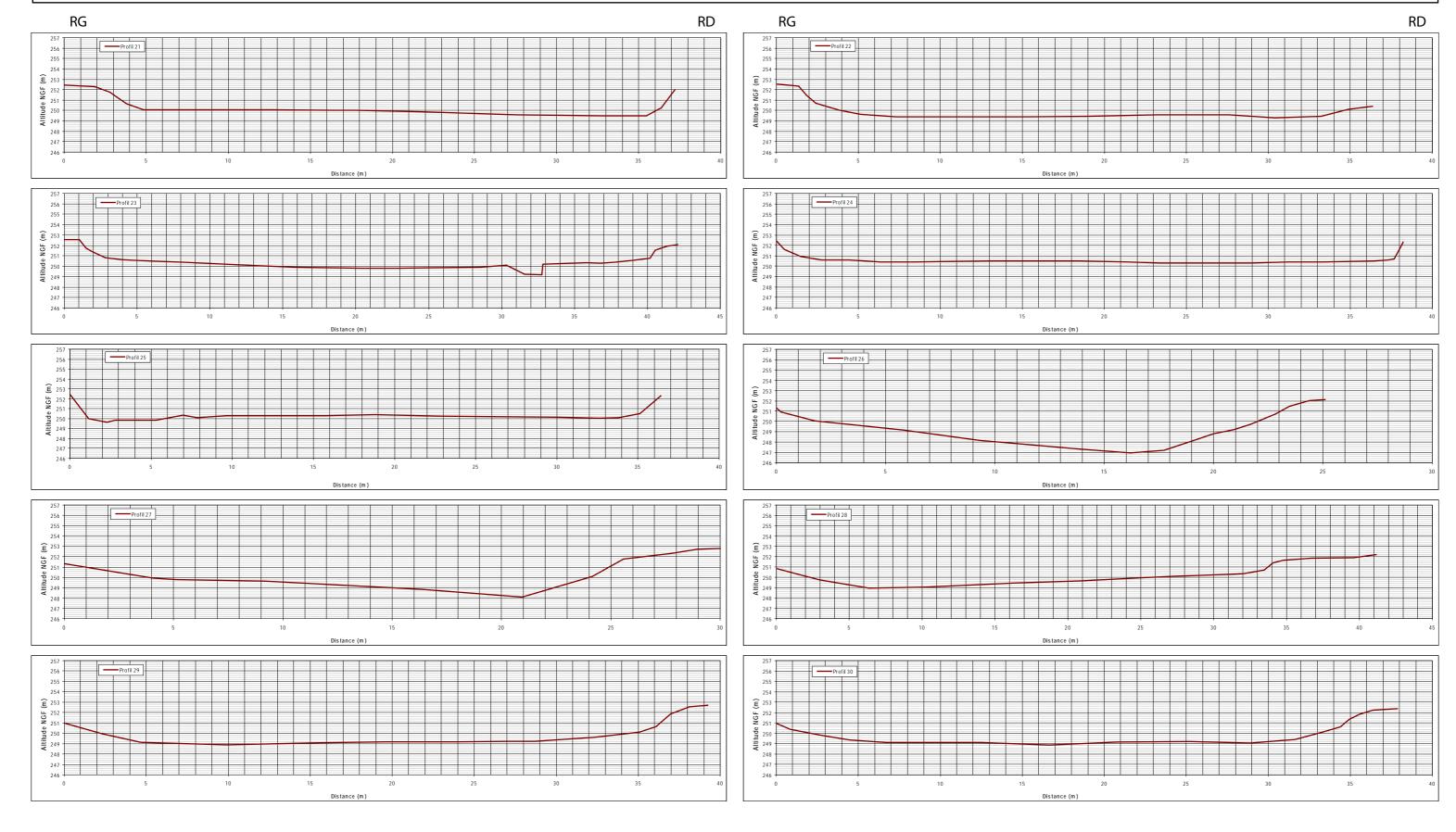












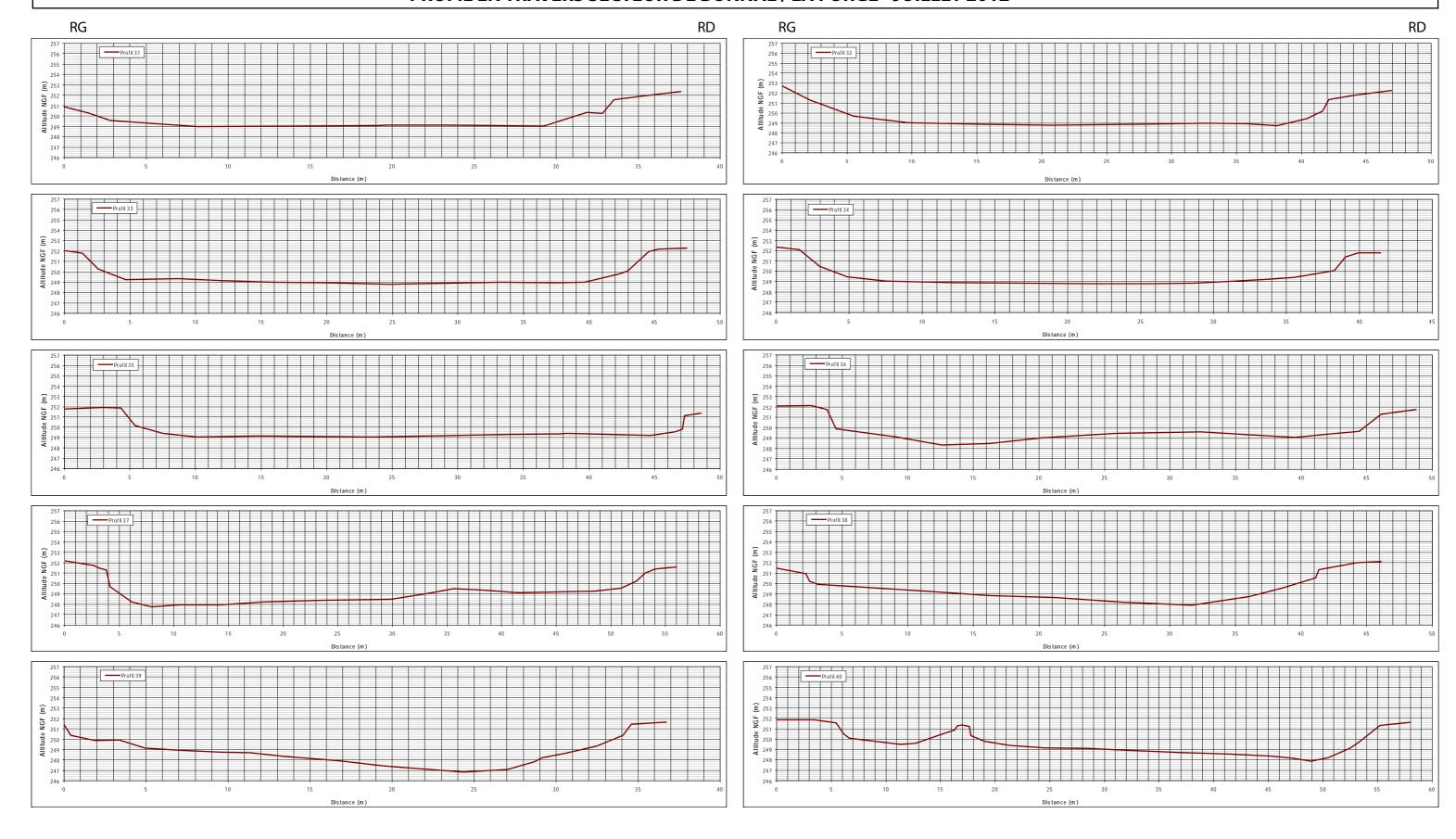












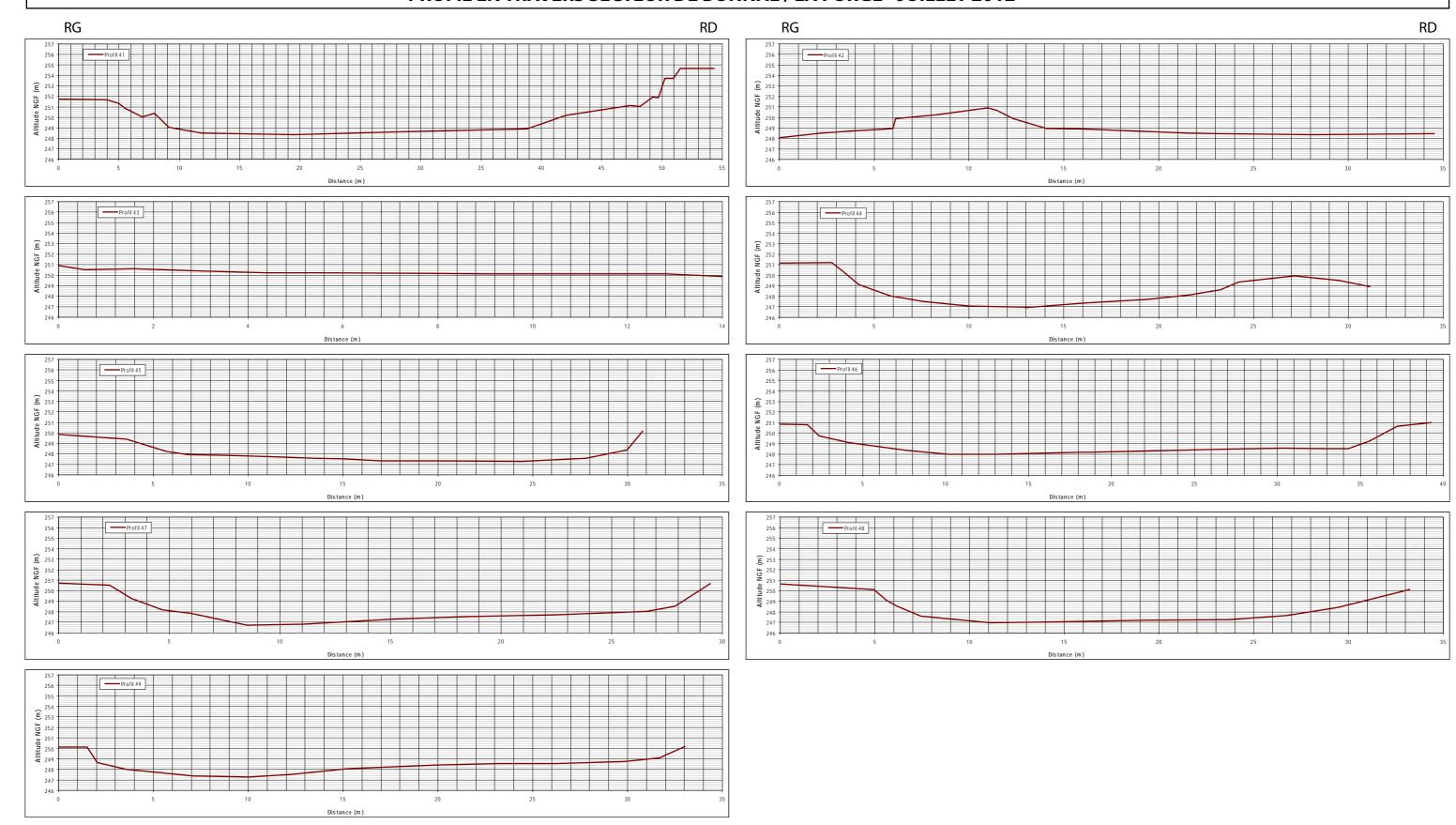












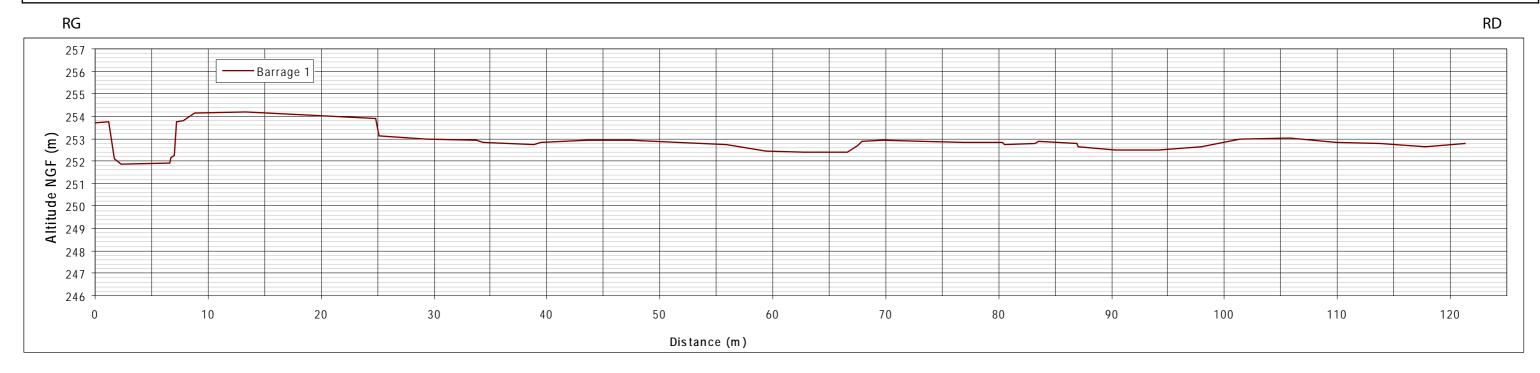


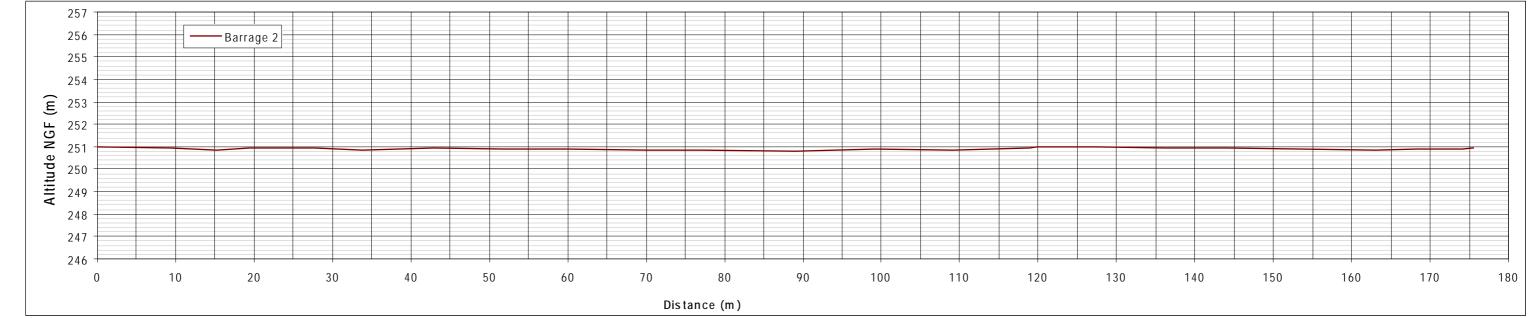






















ANALYSE DES PROFILS EN TRAVERS

D'un point de vue sédimentaire, l'analyse de profils en travers trouve tout son sens dans le cadre d'une analyse diachronique en fournissant des bilans sédimentaires, les évolutions latérales et altitudinales du chenal (processus d'incision/exhaussement, érosion/dépôts).

Globalement, les profils réalisés sur le site de Bonnal / La Forge, montrent une pente du lit et une section relativement homogène d'un profil à l'autre. On peut noter toutefois quelques points caractéristiques qui se situent au droit des barrages et d'un ancien bras mort.

- Au droit du barrage de Bonnal (barrage 1), les profils indiquent que celui-ci est transparent au transport solide. Les 120 premiers mètres amont (para rapport au centre du barrage) sont comblés par le stock alluvionnaire. Ainsi, les altitudes du fond du lit passent de 249.57m (droit passerelle) à 250.90m (axe amont ouvrage) à 251.06m (entrée canal) soit respectivement une diminution de 1.33m et 0.16m. A l'aval, on retrouve des bancs sédimentaires indiquant un transport solide effectif. Ces bancs apparaissent potentiellement mobile bien que leur surface soit en partie occupée par de la végétation arbustive signe d'un rajeunissement (par les processus hydrodynamiques) peu fréquente. Ceci est cohérent avec le fonctionnement de la rivière en amont de ce secteur où l'on retrouve un lit avec une dynamique latérale plus active, des bancs alluviaux et un linéaire d'érosion de berge plus élevé que la « normale ».
- Entre les profils 27 et 28 se situe une zone de surprofondeur (profil 26 et 27 et points cotés) où les profondeurs atteignent 3.5m en dessous de la ligne d'eau d'étiage. Ceci s'explique par l'ancien bras et les extractions de granulats auxquels il a été soumis.
- Les profils 41, 42 et 43 montrent que le barrage de Chasser les Montbozon (barrage 2) est également transparent au transport solide. On retrouve ainsi des bancs sédimentaires en aval et une partie de sa retenue est comblée par les sédiments. Les profondeurs à l'entrée du canal d'alimentation du moulin sont au maximum de 1m.
- En aval au droit des profils 44, 48 et 49, on note des érosions de berges en rive gauche.

Remarque

En raison de débits différents durant les 15 jours de levés, les lignes d'eau n'ont pas été représentées sur les profils car incohérentes d'une série de profil à une autre.





Seuil submersible entre l'étang nord et l'Ognon permettant de connecter en période de crue l'étang à l'Ognon tout en assurant un écoulement régulier peu érosif. (cliché du 29/11/2012).

L'enjeu majeur sur le site de Bonnal / La Forge est la capture du chenal par l'étang nord par création d'un nouveau chenal à la suite d'une crue de plus forte intensité.

L'effet pervers du point de vue géomorphologique et sédimentologique, est essentiellement lié aux gravières très volumineuses et très profondes qui risquent de piéger la charge solide en charriage si elles capturent le cours d'eau à l'occasion d'une crue). Ce piégeage peut alors engendrer une érosion progressive (érosion verticale se propageant de l'amont vers l'aval), le cours d'eau cherchant à se resaturer » en sédiments après l'abandon de sa charge grossière (ce qu'il fait généralement en premier lieu aux dépens du fond).

Supposons qu'une capture du chenal par une gravière ait lieu sur un tronçon AB (Figure cidessous).

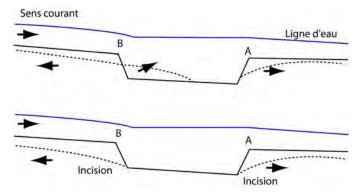
En B, la ligne d'eau s'abaisse et la pente augmente. La force tractrice va augmenter entraînant un enfoncement du fond (incision). En (1) une érosion régressive se produit : le transit sédimentaire croît, mais ces matériaux sont arrêtés / piégés dans la gravière et la comble peu à peu (2). A l'aval du point A, le débit

liquide n'est plus saturé en débit solide (sédiments) et la rivière va creuser son lit pour compenser ce déficit (3). Ce mécanisme se nomme érosion régressive. Ensuite, la gravière finira par se combler totalement et l'équilibre initial sera peu à peu retrouver.

Ce n'est pas pour autant que le lit ne gardera pas de trace. Si les érosions développées vers l'amont et vers l'aval sont assez profondes, des sapements de berges peuvent en résulter ou bien déstabiliser les ouvrages d'arts. Le déficit de matériaux risque également de se traduire par une sollicitation accrue des berges impliquant une tendance au méandrage.

Les conséquences sont à priori réversible et la perte de charge en transit dans la gravière peut parfois être largement compensée par un gain sur le plus long terme, mais dans un délai très supérieur à celui avec lequel l'incision se manifeste et à condition que l'amont soit capable de fournir le stock sédimentaire nécessaire.

Il est toutefois un cas finalement fréquent de conséquence irréversible celui où l'érosion régressive ou progressive a atteint le substratum rocheux ou marneux, produisant un enfoncement irréversible du lit.



Conséquences d'une capture de gravière.

Aujourd'hui, le seuil amont et le déversoir situé à l'aval de l'étang nord permettent de limiter le risque de capture. Ainsi, ils n'entrent en service que lorsque le niveau d'eau dépasse une certaine cote et leur fonctionnement doit être calqué sur les rythmes hydriques naturels : l'étang est directement alimenté par l'Ognon à partir d'un certain débit. Le principe général est que le déversoir supporte des lames d'eau assez faibles et que le courant y reste modéré, ceci afin d'éviter que les eaux ne dissipent leur énergie sous forme d'érosion.

Ce type d'aménagement permet de limiter les forces d'écoulements mais il contribue également, à un enrichissement des eaux de la gravière et une diversification des peuplements faunistiques et floristiques. Grâce aux apports de sédiments fins, il contribue au comblement progressif de la gravière. L'analyse qualitative des levés bathymétriques indiquent en effet un fond beaucoup plus vaseux, avec des épaisseurs plus importantes, dans l'étang nord que dans l'étang nord-ouest.

D'un point de vue quantitatif, les levés bathymétriques permettent d'évaluer la profondeur et d'estimer le volume de ces deux gravières.

Le calcul du volume a été effectué en prenant comme hypothèse un remplissage complet jusqu'au niveau de la ligne d'eau de 254.30 m NGF c'est-à-dire lorsque les eaux de l'Ognon se remplissent l'étang nord.

	Surface (ha)	Volume (m3)
Etang nord	15	400000
Etang nord-ouest	21.25	710000

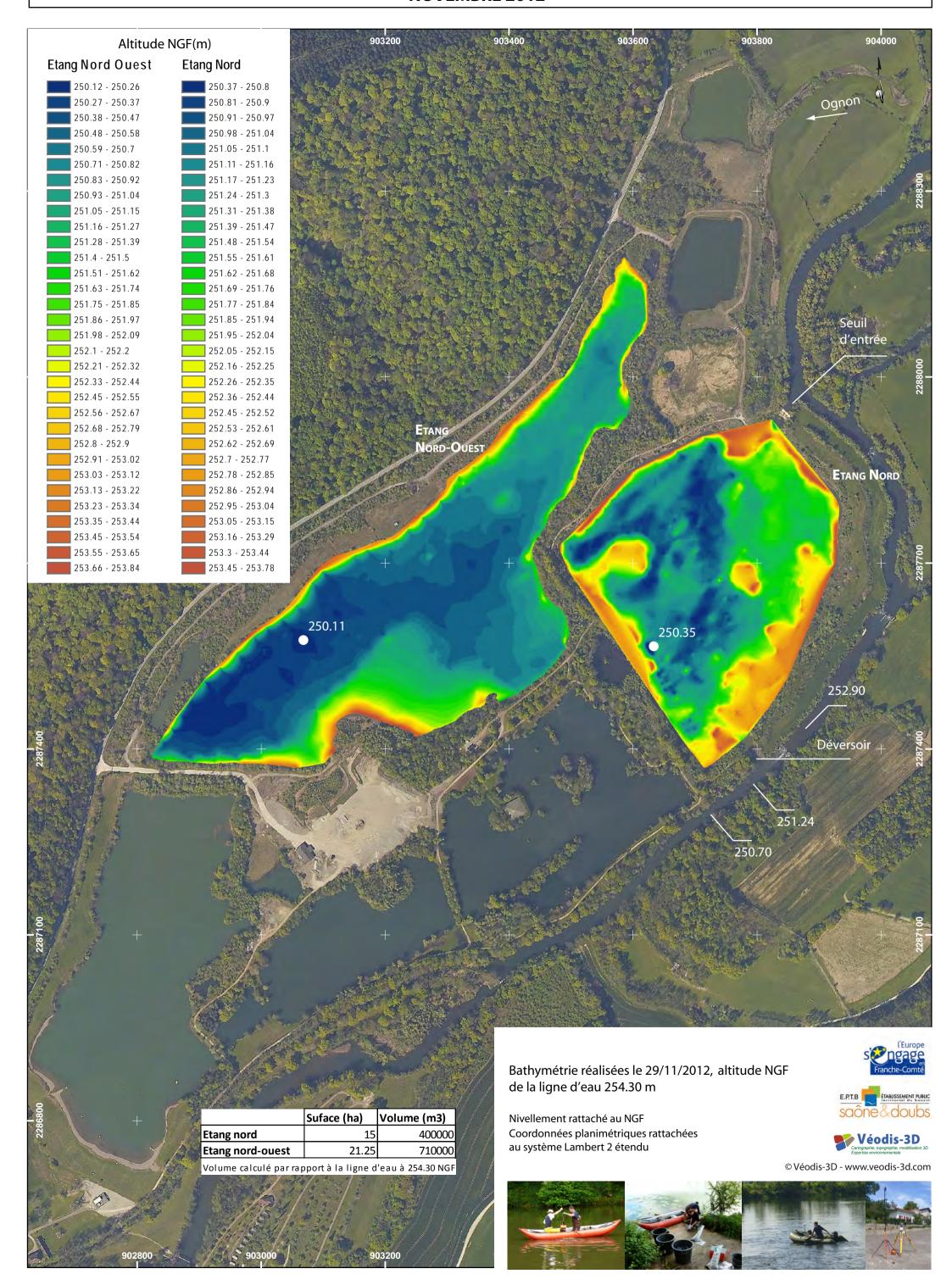
Volume des étangs nord et nord-ouest par rapport à la ligne d'eau de 254.3 mNGF.

Afin de conclure sur l'impact de ces gravières, il semble important d'estimer les volumes solides annuels charriés par l'Ognon au droit du site. Le calcul du transit moyen annuel par charriage permettrait au regard du calcul du volume des fosses d'estimer le temps nécessaire au comblement si une capture devait avoir lieu

Compte tenu de la faible profondeur de l'étang par rapport au terrain naturel et au fond du chenal, mais sous réserve de préciser les volumes annuels charriés par l'Ognon, la capture de l'étang nord, si elle devait arriver, de semblerait pas fortement impacter le transport solide de l'Ognon.

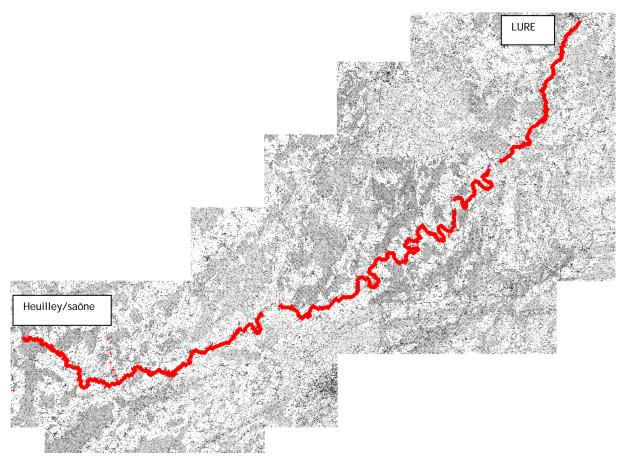
Par contre, elle aurait d'autres conséquences en amont et en aval qu'une étude géomorphologique permettrait de spécifier.

BATHYMÉTRIQUE DES ETANGS NORD DU SITE DE BONNAL / LA FORGE NOVEMBRE 2012



7 RESULTATS - PROFILS EN LONG DE LA LIGNE D'EAU DE L'OGNON

Un profil en long de la ligne d'eau d'étiage a été levé. Il couvre l'ensemble du linéaire de l'Ognon depuis Lure jusqu'à la confluence avec la Saône (210 km).



Ligne d'eau de juillet 2012, levée sur 210 km d cours d'eau.

Les résultats sont disponibles sous format informatique en couche SIG et sous format Excel.

Pour faciliter la lecture, le profil général de la ligne d'eau de l'Ognon a été découpé en deux parties :

- le profil amont entre Lure et l'aval du barrage de Moncey,
- le profil aval entre l'aval du barrage de Moncey et la confluence avec la Saône.

Ce découpage s'explique par la position centrale dans la vallée du barrage de Moncey mais n'a pas de signification géomorphologique.

6.1 Précautions à prendre dans la lecture et l'interprétation des résultats

La lecture du profil de la ligne d'eau de juillet 2012 doit être faite en gardant à l'esprit deux biais principaux liés à :

- Les levés effectués à l'aval de Marnay ont été effectués suite à quelques jours de précipitations. Entre le premier jour de levé (Marnay) et le dernier jour (Heuilley-sur-Saône), nous avons constatés 30cm de différence dans l'altitude de la ligne d'eau,
- La variation de l'altitude de la ligne d'eau par bief car certains barrages comme celui de Morogne qui s'ajuste automatiquement en fonction du niveau d'eau.
- Variation de quelques centimètres (3/4) en raison de l'erreur GPS (1.5/2cm) sur l'altitude et de la forte couverture végétale par endroit qui vient dégrader les réceptions GPS.

Un levé du profil en long a été réalisé par le service du Nivellement General de la France (futur IGN) pour le Service des Grandes Forces Hydrauliques en 1933. Les rivières étudiées avaient été celles qui pouvaient présenter un intérêt en termes de développement de l'hydroélectricité.

Le profil en long de l'Ognon est accessible sur site de l'IGN (http://geodesie.ign.fr/fiches/index.php?module=e&action=e_profils).

Ces documents ne sont plus mis à jour depuis le début des années 1990.

Les altitudes des repères et cotes diverses situés le long du profil (partie centrale du document sont exprimées dans le système NGF Lallemand ORTHOMETRIQUE. Les altitudes (corrigées en rouge) des repères dans les cases croquis (situées de part et d'autre du document) sont, elles, exprimées dans le système légal NGF IGN69 NORMALES.

Les écarts entre les altitudes Lallemand Orthométriques et les altitudes normales IGN69 se trouvent sur le site Internet geodesie.ign.fr. Afin de connaître les renseignements à jour des repères de nivellement figurant dans les cases croquis, il faut obligatoirement consulter le serveur de fiches sur le site Internet geodesie.ign.fr ou le Géoportail sur www.geoportail.fr.

				entre le confluent de la Tounole et le pont de
OGNON (L')	91072_10.jpg	91072	4	Moncey
OGNON (L')	91072_11.jpg	91072	5	entre le pont de Moncey et Verchamp
OGNON (L')	91072_12.jpg	91072	6	entre Verchamp et Montferney
OGNON (L')	91072_13.jpg	91072	7	entre Montferney et Villersexel
OGNON (L')	91072_14.jpg	91072	8	entre Villersexel et Lure
OGNON (L')	91072_15.jpg	91072	9	entre Lure et Ternuay
OGNON (L')	91072_16.jpg	91072	10	en amont de Ternuay
OGNON (L')	91072_7.jpg	91072	1	en aval du pont de Malans
				le petit ognon ou dérivation du moulin de Perrigny-
OGNON (L')	91072_7.jpg	91072	1	sur-l'Ognon
OGNON (L')	91072_8.jpg	91072	2	entre les ponts de Malans et de Marnay
OGNON (L')	91072_9.jpg	91072	3	entre le pont de Marnay et le confluent de la Tounole

L'inconvénient principal de ces profils est qu'il s'agit de **levés de la ligne d'eau** et non du fond. Pour les profils les plus anciens, il est très difficile de connaître le débit d'observation. La date des relèves (3e ligne en partant du bas) peut permettre de savoir si l'on est plutôt en étiage ou en eaux moyennes.

L'un des intérêts majeurs de ces documents est qu'ils permettent de connaître l'emplacement des seuils, leur cote de retenue et donc leur hauteur de chute, la longueur des remous liquides et l'usage de ces seuils (moulins, forges, papeterie, etc.).

Malgré les imperfections de ces profils (uniquement les lignes d'eau et mauvaise connaissance du débit d'observation), il est intéressant de les utiliser comme références et de lever à nouveau un profil complet ou partiel du cours d'eau. Toutefois, les incertitudes sur les débits lors des levés initiaux se traduisent par une difficulté importante pour déterminer et surtout quantifier d'éventuelles incisions ou exhaussements, sauf lorsque les différences sont tres fortes (plusieurs mètres).

Attention aussi aux abscisses en long (ou PK) qui peuvent être une source d'erreur importante sur les cours d'eau très mobiles (ou artificiellement rectifies). Le rescindement ou le développement de méandres peut faire perdre ou gagner des centaines de mètres, voire des kilomètres de linéaire.

6.2 Interprétation des résultats

Le levé de la ligne d'eau générale de l'Ognon entre Lure et la confluence avec la Saône permet de valider et de préciser la limite de différenciation des deux unités (Malavoi 2003) situées au niveau de la confluence du Lauzin, en aval immédiat de Villersexel (Pk 154 - figure 5), c'est-à-dire en aval du site de suivi de Lure (figure 5).

Elle donne accès au découpage de la rivière en fonction de la pente et en entités homogènes (largeur, pente, sinuosité).

D'un point de vue général, la ligne d'eau de 2012 montre très clairement la succession des seuils / barrage (profil en marches d'escalier). Il met ainsi en évidence l'influence des barrages sur le profil en long (réduction de la pente) et sur le linéaire de remous.

Ces barrages empêchent les réajustements morphogènes du lit à l'aval de l'ouvrage. La remobilisation des sédiments alluvionnaires est réduite et les bancs alluviaux autrefois mobiles se fixent et se végétalisent, augmentant ainsi le risque de colmatage du substrat grossier.

A une échelle plus fine, l'analyse de la ligne d'eau permet de préciser les zones d'influences morphologiques en amont des ouvrages. Elle permet en outre de « faire un zoom » sur :

- le tronçon de la masse d'eau 2025 situé entre La Forge/Villersexel et Pont sur l'Ognon au droit de la transition entre l'unité 1 et l'unité 2. Ce tronçon reste l'un des rares tronçons dynamiques et on constate que sa pente n'a pas changé depuis 1944. Il peut sans doute être considéré comme étant en équilibre dynamique.
- les secteurs où des ouvrages se sont effondrés et/ou ont été arasés. Par exemple, au droit du barrage de Flagey (Pk 116.5), il semble que la rivière, depuis 1944, ait repris son profil d'équilibre. Ceci permet alors d'envisager les modalités de l'ajustement du lit fluvial à l'arasement des barrages/seuils qui fractionnent le lit en biefs successifs en prenant garde de prendre en considération l'ensemble des variables d'ajustements dont certaines ont pu se modifier depuis 1933.

Dans le secteur amont (Lure / Villersexel), la hauteur des seuils est moins élevée que sur l'Ognon aval. Ceci peut s'expliquer par la pente du lit plus forte, il y a donc moins besoin de hauteur pour retenir l'eau.

Sur ce secteur la ligne d'eau de 1944 et au dessus de celle de 2012 et inversement. Ceci peut s'expliquer (1) par la modification des ouvrages depuis 1944, (2) par les seuils de petites tailles qui n'ont pas été tous levés en 1944.

Sur ce secteur amont, la résolution des mesures de 1944 ne permet pas de visualiser les seuils naturels ou non de faibles hauteurs. La comparaison de la ligne d'eau de 2012 avec une ligne d'eau levée dans 5/10 ans permettra d'analyser les changements et de conclure sur d'éventuels phénomènes d'incision ou d'accrétion.

La ligne d'eau étant conditionnée par le calage de la crête du déversoir des barrages, la comparaison des profils de 1933 et de 2012 apporte peu d'information sur une éventuelle incision du lit. Elle indique seulement que ces aménagement ont contribué à fixer sont tracé depuis 1933 empêchant les réajustements morphogènes en aval des ouvrages.

Il est toutefois important de noter que le linéaire de cours d'eau entre la confluence avec la Saône et la ville de Lure (Pont de la RN19) était de 176 km en 1933 contre 180 km en 2012, soit un gain de 4 km de linéaire.

Deux hypothèses peuvent expliquer cette augmentation de linéaire :

- la création des gravières,
- une plus forte dynamique locale liée à des réajustements.

L'intégration des cartes d'Etat Major dans un SIG et une analyse diachronique permettrait de vérifier ces hypothèses.

La comparaison des levés de 1944 et 2012 permet d'envisager les modalités de l'ajustement du lit fluvial à l'arasement des barrages/seuils en prenant garde que certaines variables d'ajustements ont pu être modifiées depuis 1933.

Dans une perspective d'arasement ou de dérasement de seuil, il conviendrait de calculer à l'échelle de l'ensemble du linéaire l'évolution des puissances spécifiques à pleins bords qui est un paramètre déterminant de la dynamique fluviale. Plus la puissance spécifique est élevée et plus le cours d'eau a les capacités à éroder ses berges et à transporter des alluvions.

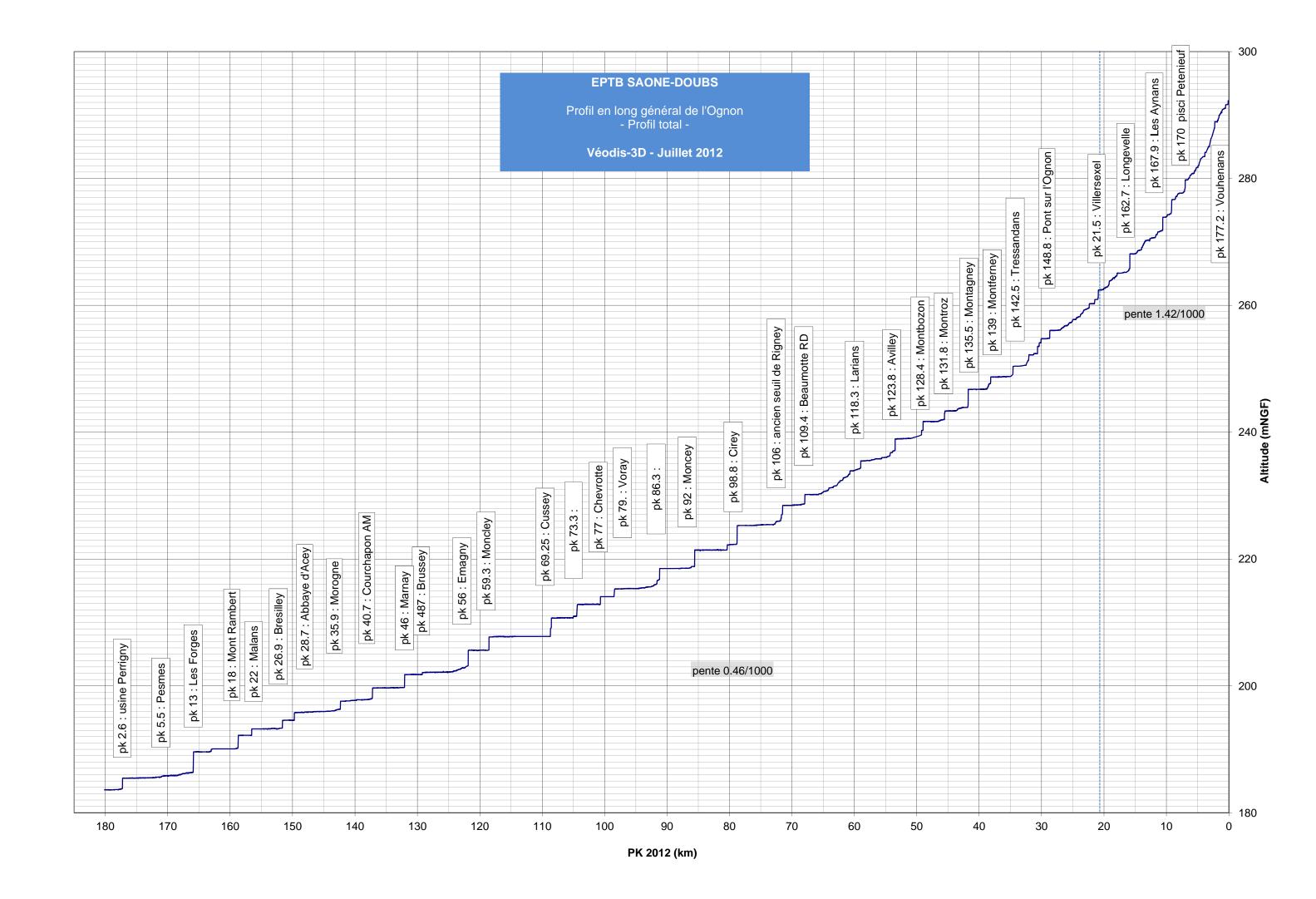
Calcul puissances spécifiques.

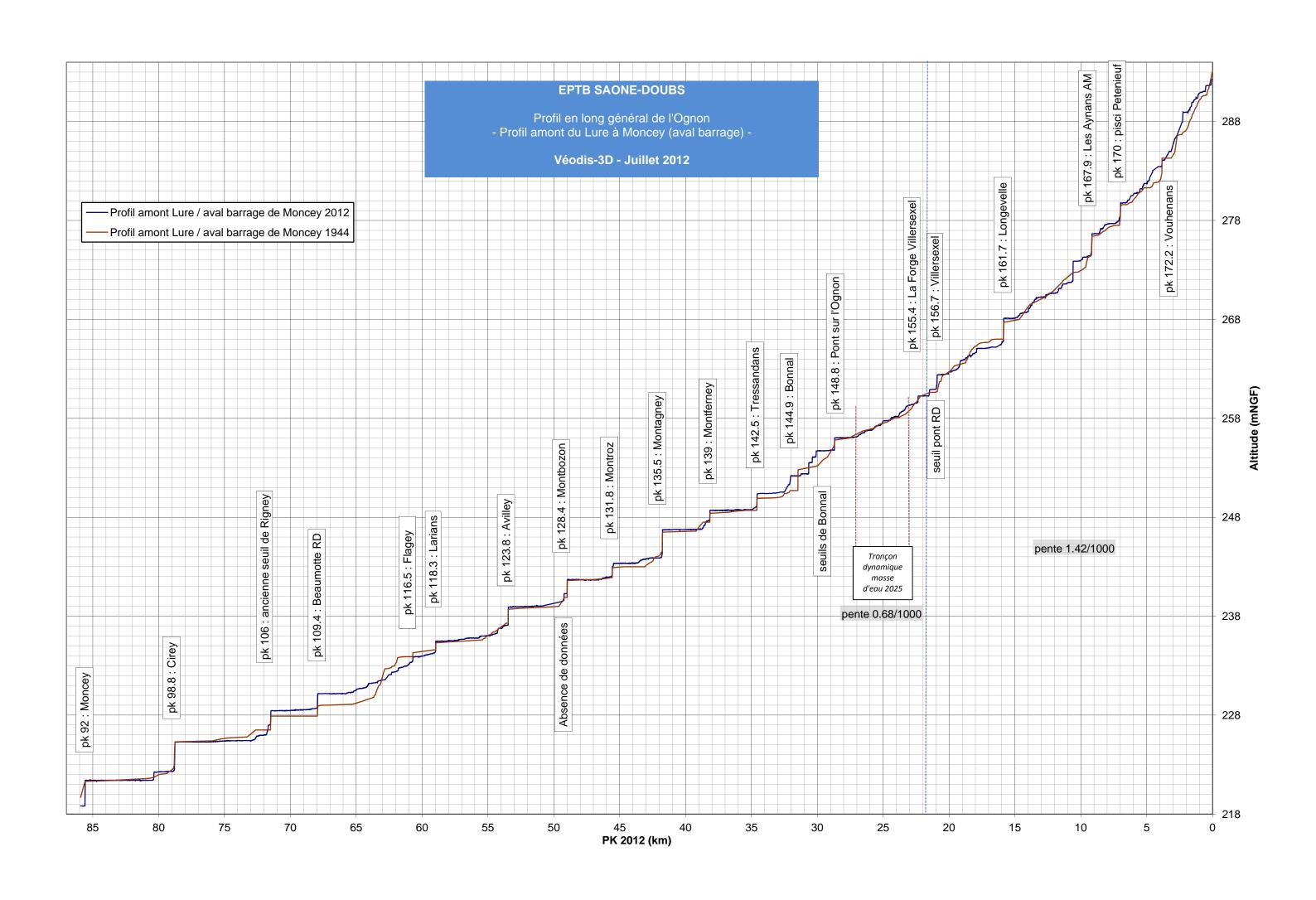
La puissance spécifique est une mesure de la capacité du cours d'eau à transporter des sédiments. Elle permet de connaître l'état actuel d'un système et traduit la variabilité des formes fluviales en mettant en évidence le fort caractère dynamique du chenal. Son calcul est utile pour la prédiction de l'érosion limite, de la migration du chenal, du transport des sédiments, des dépôts sédimentaires et la forme du lit.

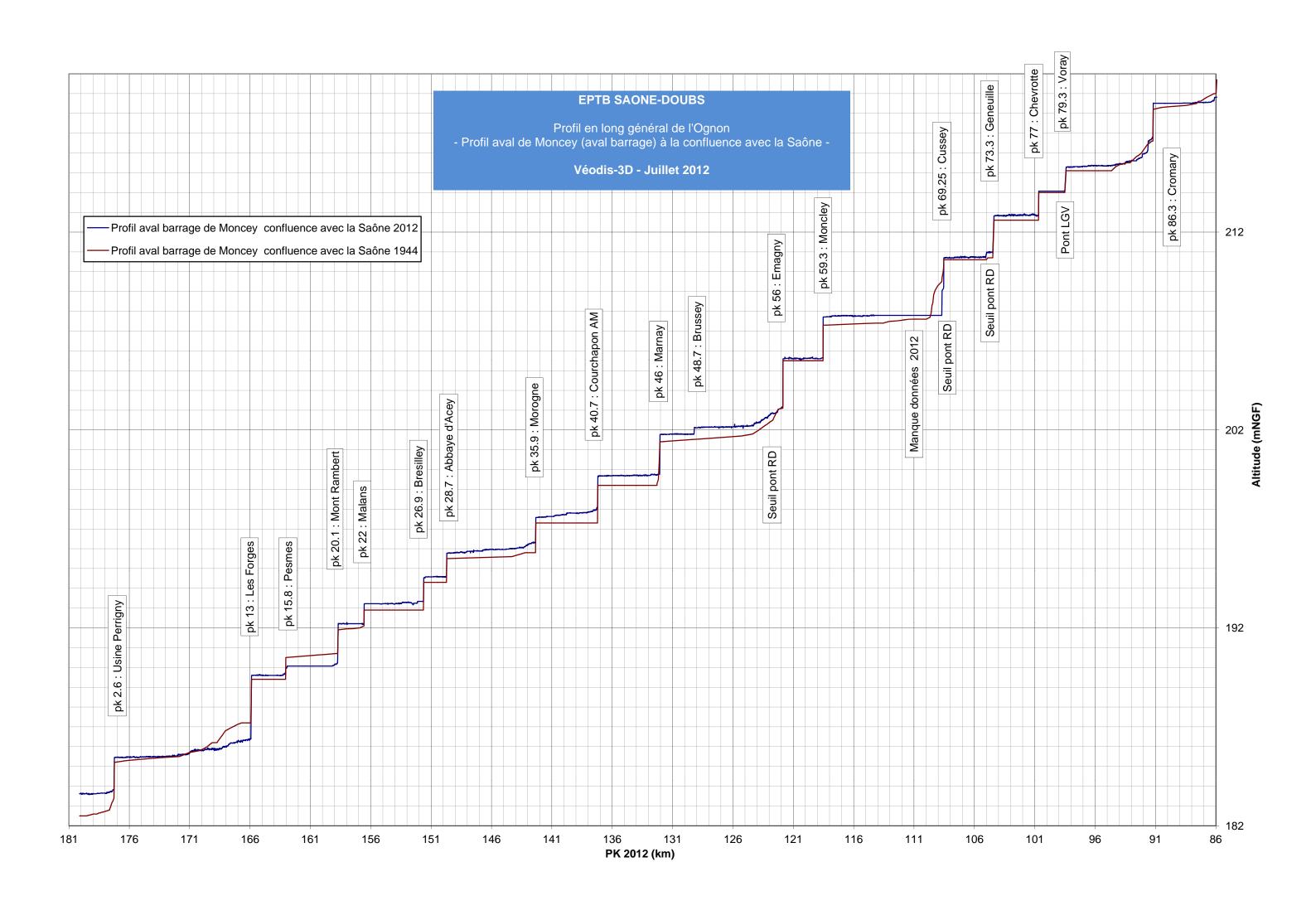
La puissance spécifique (ω exprimée en W/m²) se présente sous la forme suivante : ω = (g ρ Q S) / w

avec Q le débit (en ^{m3}.s⁻¹), w la largeur du lit (en m), S la pente longitudinale (en m.m-1), ρ la masse volumique du fluide (en kg.m⁻³) et g l'accélération de la pesanteur (en m.s⁻²).

Afin de permettre des comparaisons entre différentes rivières, on retient généralement comme débit, le débit à plein bord, auquel cas w est la largeur prise entre les berges au niveau du débordement.







La présence de barrage perturbe localement le fonctionnement du cours d'eau, en induisant une augmentation des hauteurs d'eau dans la zone sous influence en amont, couplée à une diminution des vitesses du courant. La longueur concernée par cet effet dépend de la hauteur de chute du seuil de l'ouvrage, de la pente du cours d'eau mais également des débits. Ainsi, leur incidence sur le transport solide est surtout liée à la stabilisation du lit en plan qu'ils occasionnent. Ils empêchent des érosions de berge, et donc la fourniture en matériaux solides et, en fonction de l'intensité de leur comblement, peuvent perturber le transit de ces matériaux.

D'une manière générale, on remarque une diminution du comblement des retenues des ouvrages par la charge solide lorsque l'on descend vers l'aval. Les retenues des ouvrages amont (Montferney, La Forge) en l'absence d'entretien (par curage comme le faisait les mouliniers) se sont progressivement comblées au fil du temps. Aujourd'hui, en raison de ce comblement, le transit de la charge solide apparaît rétabli et le transport solide par charriage, qui semble être effectif, peut s'exprimer lors d'évènements dit « morphogènes ».

On peut toutefois se questionner sur deux éléments :

- La quantité des apports provenant de l'amont et disponibilité du stock alluvionnaire contenu dans les bancs, le fond du lit et la plaine alluviale : érosion des berges, recoupement de méandre, reprise des dépôts,
- La migration de ce stock alluvionnaire qui renvoi aux débits seuils de mise en mouvement des particules sédimentaires, au transit annuel, etc.

Pour les autres ouvrages et au fur à mesure de la descente vers l'aval, l'existence d'une charge alluvionnaire en mouvement est moins évidente à établir. Le comblement de leur retenue ne semble pas aussi fort même s'il semble apparaître qu'ils soient plus ou moins transparents au transport solide par charriage.

On peut toutefois s'interroger sur la pertinence de nos analyses qui reposent sur l'examen d'un profil en long et sur des observations de terrain. Une étude diachronique (comparaison de profils levés à différentes dates) et la connaissance d'éventuels curages des retenues permettraient des les affiner.

Quoiqu'il en soit, elles apparaissent cohérentes avec le constat fait par Malavoi (2003) d'une différenciation d'alimentation en sédiments dont le rôle est majeur dans la dynamique alluviale. L'unité 1 amont (jusqu'à Villersexel) est très productrice en sables et graviers, dérivés de la décomposition des granites et des grés, tandis que l'aval fournit peu de sédiments (moins d'altération permettant la création d'une charge alluviale).

Ainsi, les premiers ouvrages (Monteferney, La Forge), mais également ceux de Bonnal / La Forge qui ont fait l'objet de levés par profils en travers, enregistrent, par le comblement de leur retenue, les

apports alluvionnaires provenant de l'unité 1 amont. Ceci, en particulier, en raison de la transparence au transit sédimentaire de l'ouvrage de Pont sur l'Ognon et d'une plus forte activité érosive du secteur compris entre Autrey le Vay et Bonnal

A l'échelle supérieure du tronçon, la succession des ouvrages en lit mineur (Voray sur l'Ognon, Chevroz, Geneuille, Cussey sur l'Ognon, Moncley) tend à stabiliser le fonctionnement hydromorphologique tout en sachant qu'au fil du temps, celui-ci s'est progressivement adapté et ajusté à ces points durs pour tendre vers un nouvel état d'équilibre dynamique.

Ainsi, dans le cadre d'actions d'arasement / dérasement des ouvrages il semble pertinent de s'interroger :

- sur la modification de cet état d'équilibre (abaissement du niveau du fond du lit si la quantité de matériaux n'apparaît pas être suffisante par rapport à la capacité de charriage de la rivière, érosions des berges s'il n'existe pas de points durs tels que des linéaires d'enrochements),
- sur le décapage des sédiments stocké dans les retenues.

Le décapage de sédiments peut entraîner un déséquilibre sédimentaire, les quantités de matériaux entrant dans le système et sortant n'étant pas identiques. Ceci pourrait s'expliquer par de faibles apports amont et par le peu de transfert de stock alluvial (migration du stock disponible contenue dans les bancs, fond dut lit et plaine d'inondation).

En absence d'apports sédimentaires, nous avons constatés lors de travaux sur la rivière Orge, que la chasse des sédiments grossiers (graviers, sables moyens) vers l'aval, avait entraîné une réduction de l'abondance totale des organismes (macro-invertébrés) dans l'année suivant l'abaissement. Or, ce sont les sédiments pour lesquels il est nécessaire d'assurer un transport suffisant car ils garantissent le maintien de l'équilibre morphodynamique du cours d'eau, la diversification des habitats et des faciès du lit mineur et les processus d'auto-épuration

En effet, l'impact quantitatif et qualitatif de l'arasement / dérasement d'un ouvrage sur la charge solide peut affecter les conditions de reproduction des poissons, menacer l'hétérogénéité des habitats mais, surtout, entraîner la disparition des matériaux mobilisables par les poissons, éléments indispensables à la constitution des frayères. Les alluvions grossières submergées ou exondées transportées par le cours d'eau sont essentielles au bon fonctionnement des biocénoses aquatiques et terrestres. Ces couches sédimentaires ont plusieurs fonctions :

- Lieu de vie où les organismes aquatiques et ripariaux utilisent les interstices et la porosité des sédiments comme habitat,
- Support de ponte pour les poissons et les invertébrés et pour les oiseaux, les insectes et autres invertébrés sur les substrats immergés,
- D'abri vis-à-vis des conditions hydrauliques et des prédateurs.

• Le substrat immergé et submergé joue également un rôle important dans les processus biologiques de dégradation de la matière organique et est un élément fort dans les processus d'auto-épuration des cours d'eau.

A l'inverse, la surabondance de matériaux fins, sur pratiquement l'ensemble des 7 gravières ayant fait l'objet dus suivi, est pénalisante pour les biocénoses.

Il peut être alors nécessaire d'intervenir de façon préventive lorsque le dysfonctionnement écologique n'est pas encore avéré et que le stock alluvionnaire disponible au dessus du substratum atteint une limite critique (proche de 20 cm). Il conviendrait ainsi :

- De préserver les apports sédimentaires,
- De permettre des ajustements latéraux du lit en favorisant l'érosion des berges et les apports de matériaux,
- D'étudier l'arasement partiel des ouvrages avec la mise en place d'aménagements : ouvertures (échancrures), petits seuils de substitution franchissables,

Il apparaît important d'engager une réflexion globale et de travailler en particulier sur les puissances spécifiques qui sont les commandes de la morphogénèse.

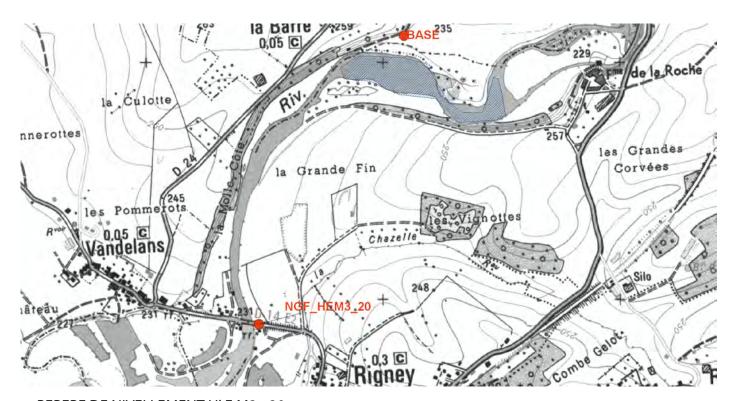
L'analyse des puissances spécifiques et des puissances spécifiques « naturelle » (sans barrage) permettrait d'enrichir la réflexion sur l'arasement / dérasement des barrages et sur l'instauration de nouvelles conditions morphodynamiques (ajustement de l'état des berges, amorce de sinuosité, redistribution des matériaux dans le lit).

Il se peut que l'énergie de la rivière ne soit que peu modifiée par l'arasement des barrages et que l'intérêt soit essentiellement lié à une problématique poisson et non morpho-sédimentaire.

Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site de Rigney



BASE 890 086.593 2 274 114.922 232.685



REPERE DE NIVELLEMENT H'.E.M3 - 20





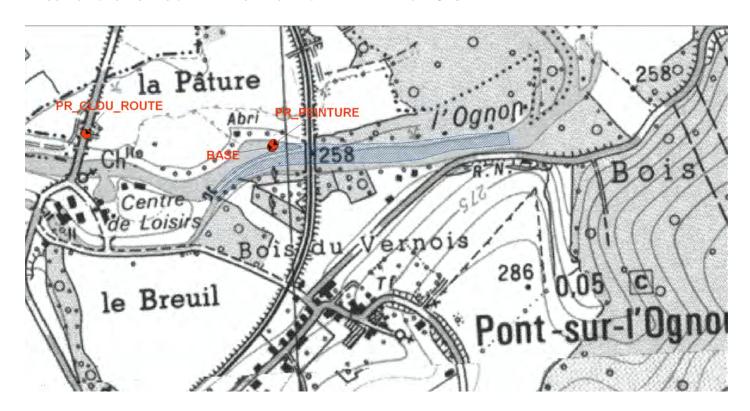
FICHE DESCRIPTIVE DES STATIONS DE BASE GPS ET DES POINTS DE REPERES SITE DE PONT SUR L'OGON





BASE 904 833.659 2 288 366.026 256.976

PR_PEINTURE 904 836.541 2 288 371.249 257.694

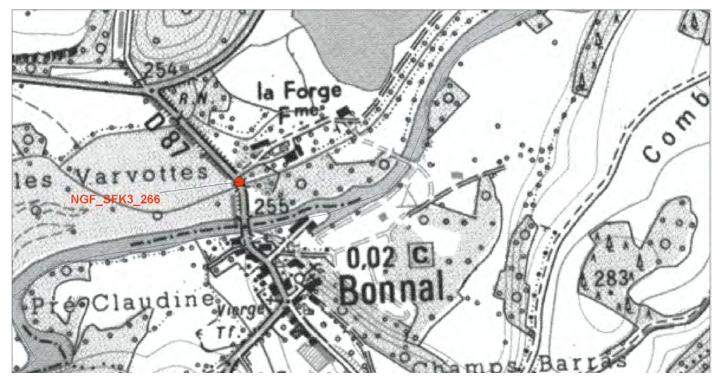






FICHE DESCRIPTIVE DES STATIONS DE BASE GPS ET DES POINTS DE REPERES SITE DE PONT SUR L'OGON





REPERE DE NIVELLEMENT S.F.K3 - 266





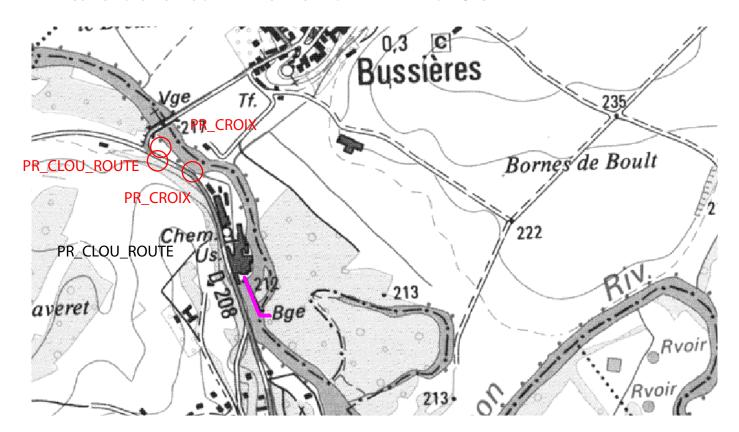
Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site du Barrage de Bussières



PR_CROIX
X: 874469.579
Y: 2265746.539
Z: 211.64



PR_CROIX X: 874361.853 Y: 2265799.376 Z: 214.932 PR_CLOU_ROUTE X: 874352.758 Y: 2265787.364 Z: 214.722





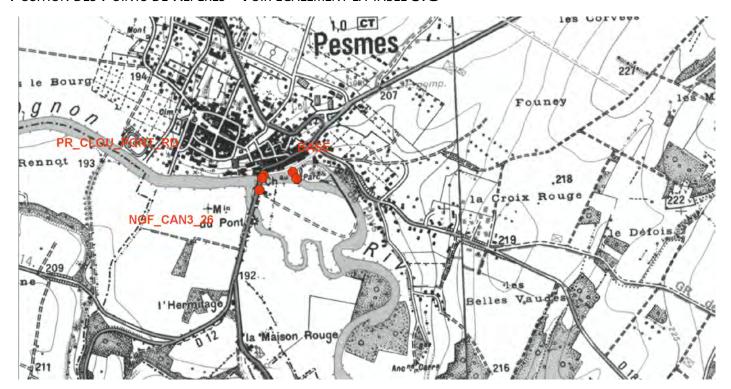
Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site de Pesmes



PR_CLOU_PONT_RD 844 228.409 2 258 131.843 194.968



BASE 844 359.248 2 258 157.405 192.571



REPERE DE NIVELLEMENT C4.A.N3 - 26

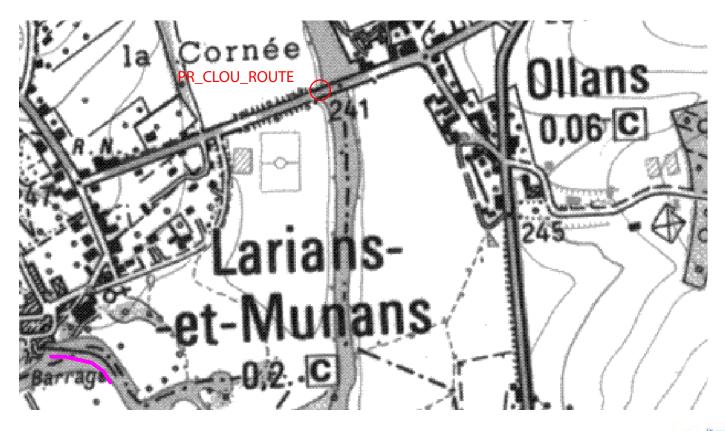




FICHE DESCRIPTIVE DES STATIONS DE BASE GPS ET DES POINTS DE REPERES SITE DU BARRAGE DE OLLANS



PR_CLOU_ROUTE X: 894525.742 Y: 2276036.914 Z: 241.617



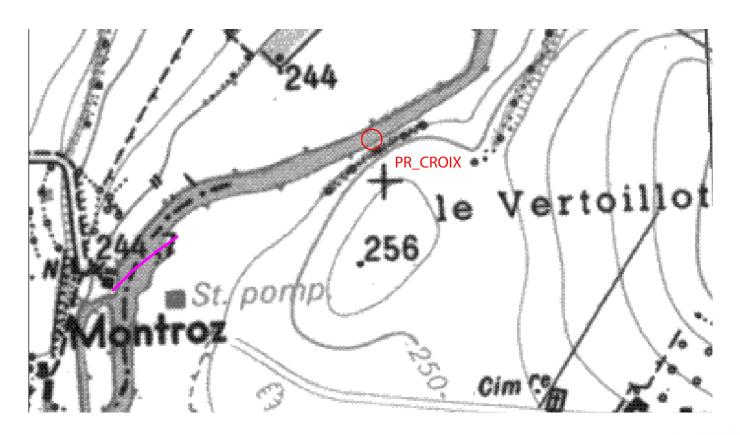




Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site du Barrage de Montroz



PR_CLOU_ROUTE X: 897725.927 Y: 2280926.049 Z: 244.084



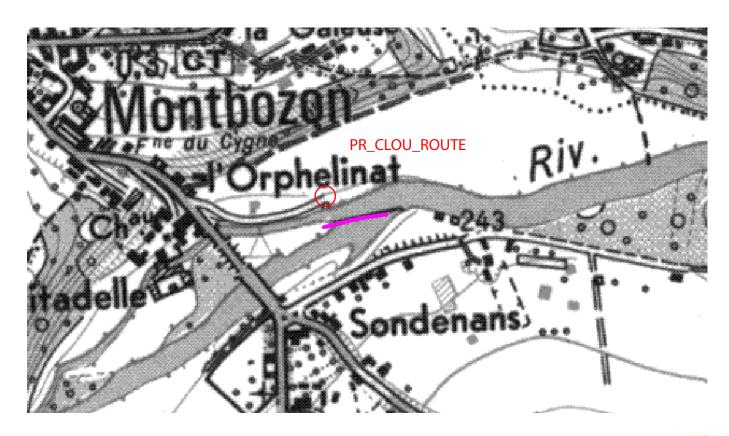




SITE DU BARRAGE DE MONTBOZON



PR_CLOU_ROUTE X:896095.791 Y:2281299.458 Z:242.541



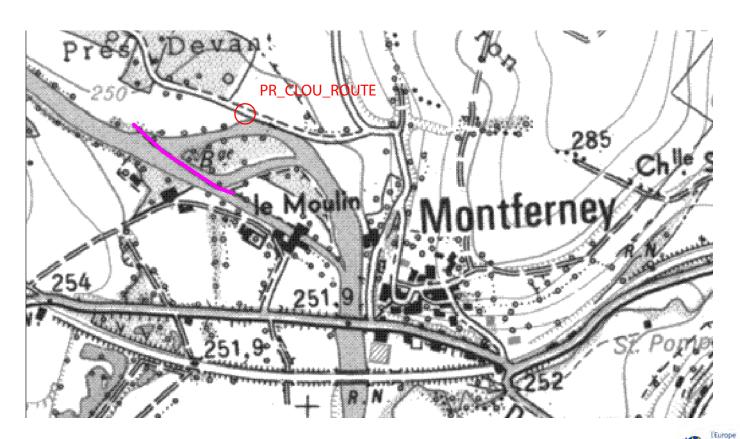




Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site du Barrage de Montferney



PR_CLOU_ROUTE X: 900871.404 Y: 2283550.955 Z: 248.882





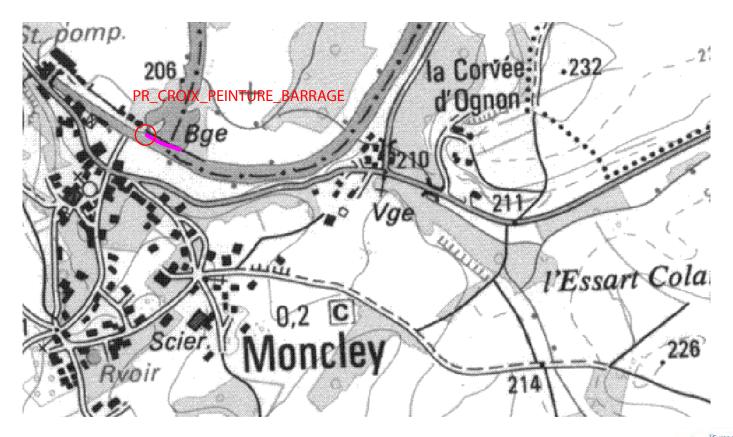
Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site du Barrage de Moncley



PR_CROIX_PEINTURE_BARRAGE

X: 868782.962 Y: 2262916.945 Z: 208.99 PR_NGF_RIVE_GAUCHE

X: 868788.594 Y: 2262914.138 Z: 208.514









Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site de Marnay



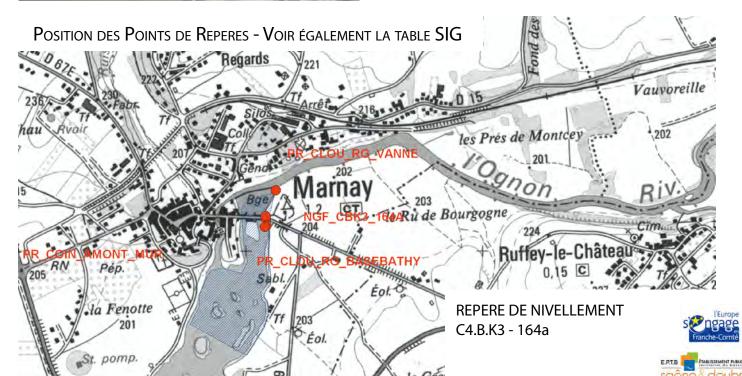


BASE 860 083.789 2 260 148.278 205.428

PR_CLOU_RG_BASEBATHY 860 085.827 2 260 108.693 201.188



PR_CLOU_RG_VANNE 860 126.254 2 260 257.503 201.912

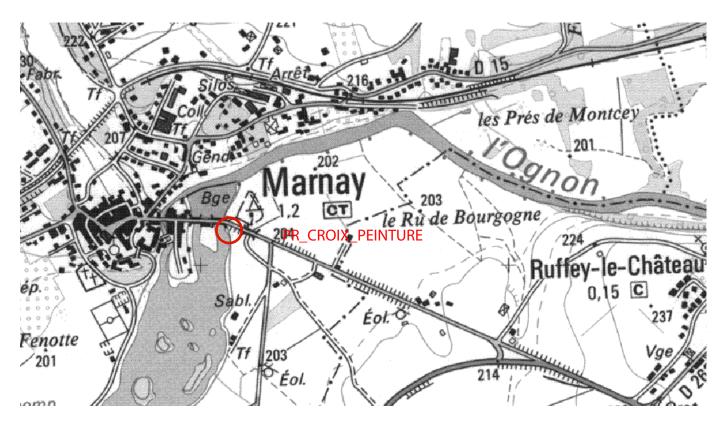


Véodis-3D Véodis-3D

Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site de Marnay



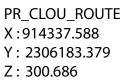
PR_CROIX_PEINTURE 860094.616 2260123.408 203.626





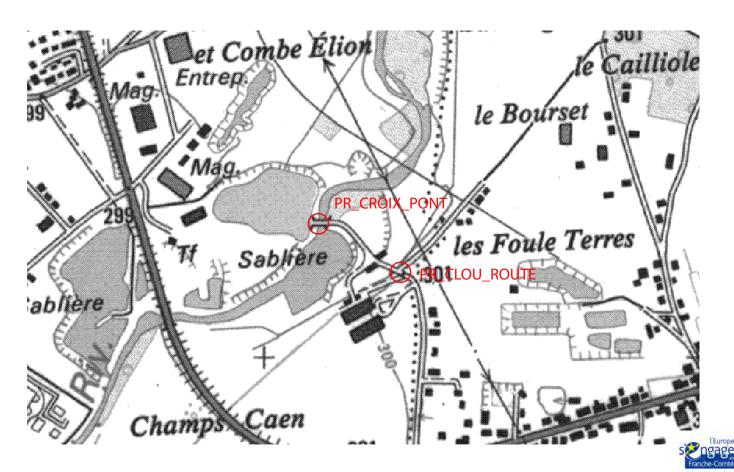
Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site de Lure







PR_CROIX_PONT X:914120.233 Y: 2306310.408 Z: 296.231



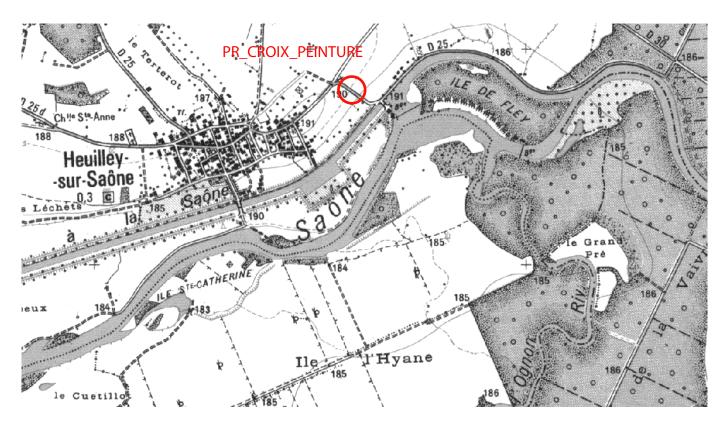




Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site de Heuilley sur Saone



PR_CROIX_PEINTURE 836495.642 2263944.97 186.483





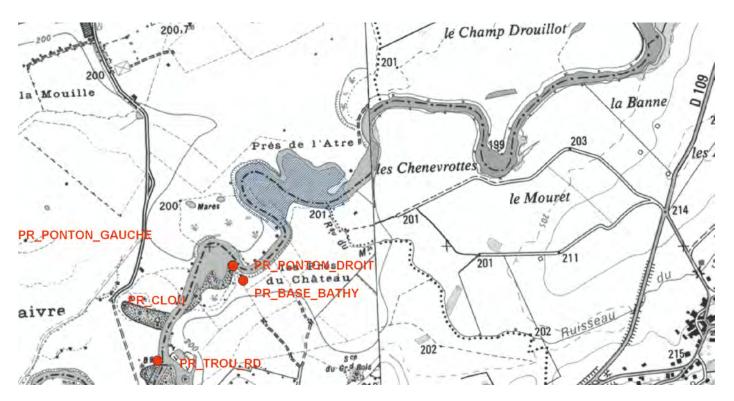
Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site de Chenevrey



PR_BASE_BATHY 858 094.977 2 257 918.437 200.299



PR_CLOU 858 137.367 2 257 856.514 200.474



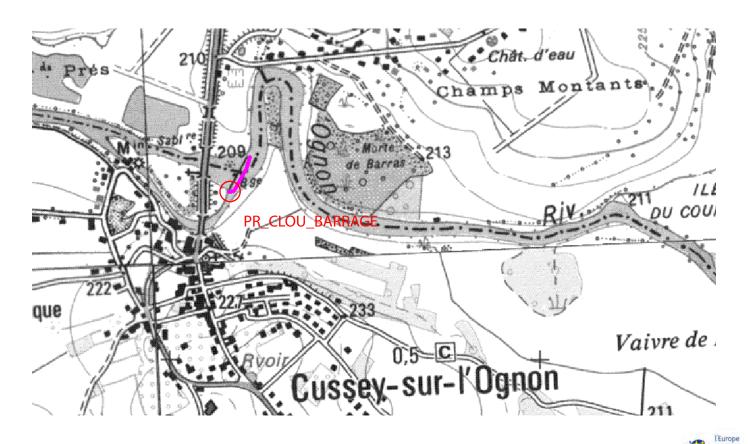
REPERE DE NIVELLEMENT C4.B.K3 - 164a



Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site du Barrage de Cussey sur l'Ognon



PR_CLOU_BARRAGE X: 872214.561 Y: 2266549.119 Z: 212.973







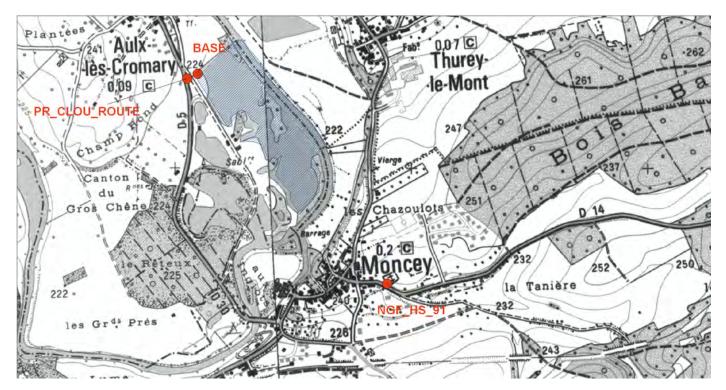
FICHE DESCRIPTIVE DES STATIONS DE BASE GPS ET DES POINTS DE REPERES SITE DE AULX LES CROMARY



PR_CLOU_ROUTE 885 048.508 2 270 377.125 224.619



BASE 885 093.46 2 270 397.725 224.294



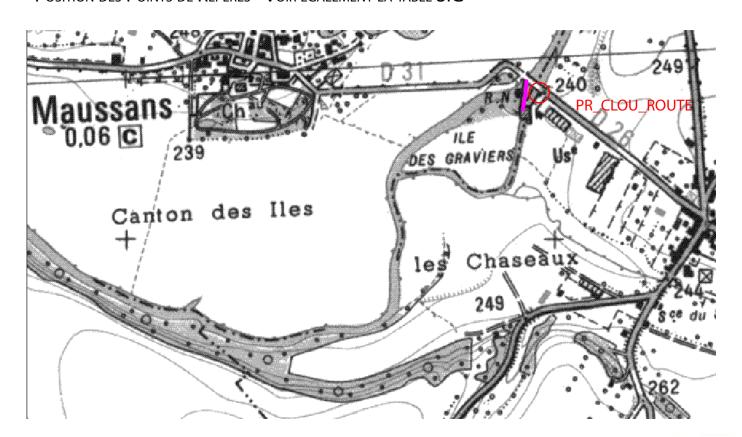
REPERE DE NIVELLEMENT H'S - 91



Site du Barrage de Maussans



PR_CLOU_ROUTE X: 895977.403 Y: 2277334.125 Z: 242.531



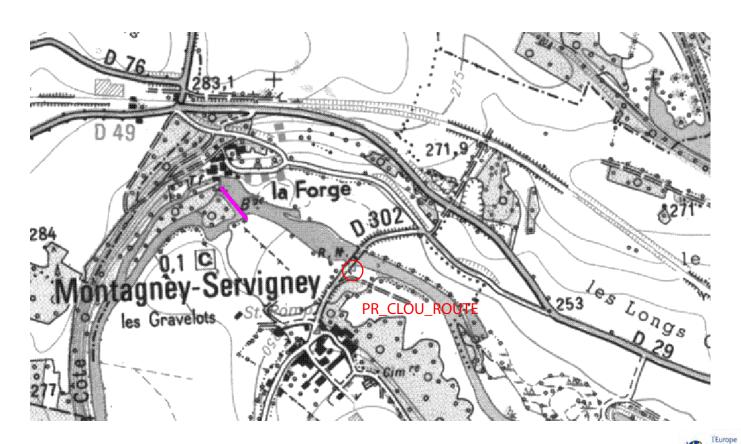




Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site du Barrage de La Forge



PR_CLOU_ROUTE X:899173.849 Y:2283477.429 Z:249.803



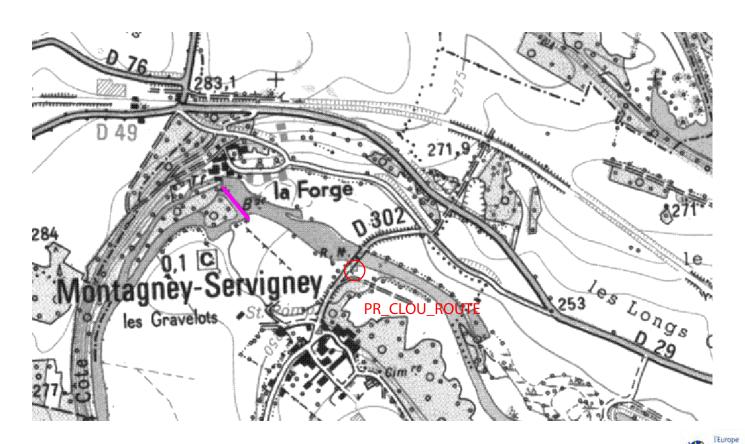




Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site du Barrage de La Forge



PR_CLOU_ROUTE X:899173.849 Y:2283477.429 Z:249.803



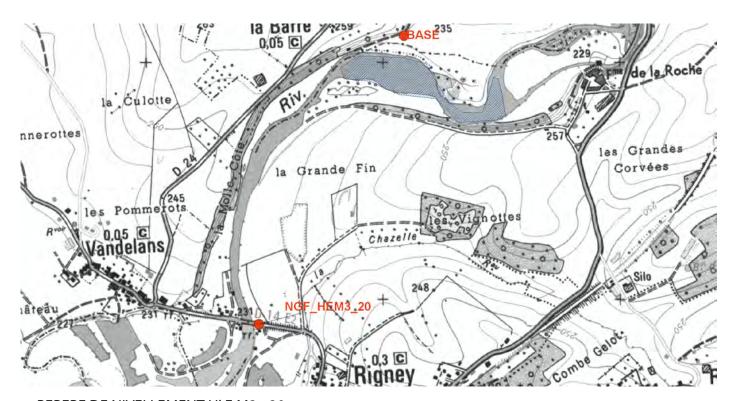




Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site de Rigney



BASE 890 086.593 2 274 114.922 232.685



REPERE DE NIVELLEMENT H'.E.M3 - 20





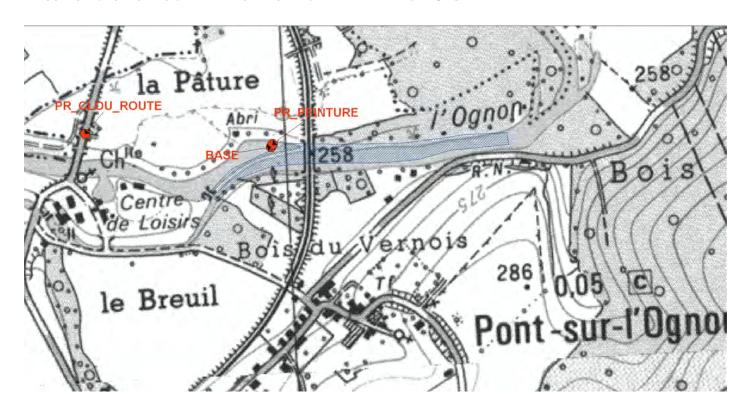
FICHE DESCRIPTIVE DES STATIONS DE BASE GPS ET DES POINTS DE REPERES SITE DE PONT SUR L'OGON





BASE 904 833.659 2 288 366.026 256.976

PR_PEINTURE 904 836.541 2 288 371.249 257.694

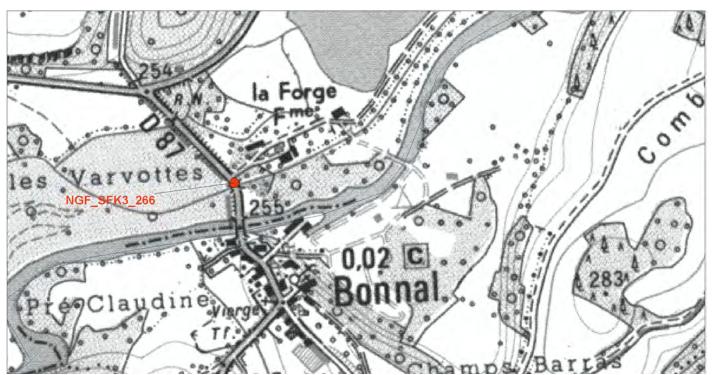






Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site de Pont Sur l'Ogon





REPERE DE NIVELLEMENT S.F.K3 - 266





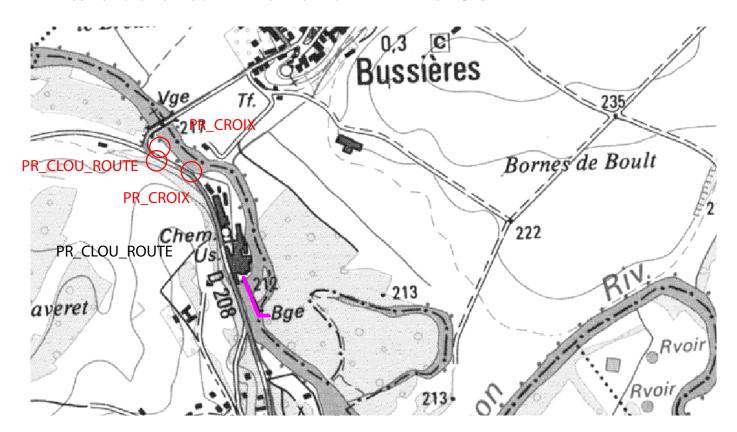
Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site du Barrage de Bussières



PR_CROIX
X: 874469.579
Y: 2265746.539
Z: 211.64



PR_CROIX X: 874361.853 Y: 2265799.376 Z: 214.932 PR_CLOU_ROUTE X: 874352.758 Y: 2265787.364 Z: 214.722







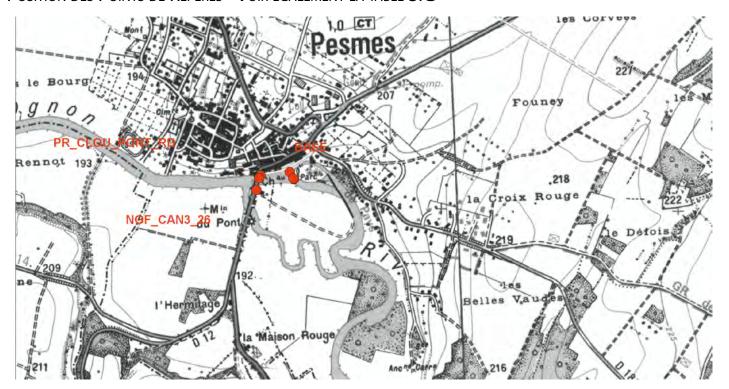
Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site de Pesmes



PR_CLOU_PONT_RD 844 228.409 2 258 131.843 194.968



BASE 844 359.248 2 258 157.405 192.571



REPERE DE NIVELLEMENT C4.A.N3 - 26

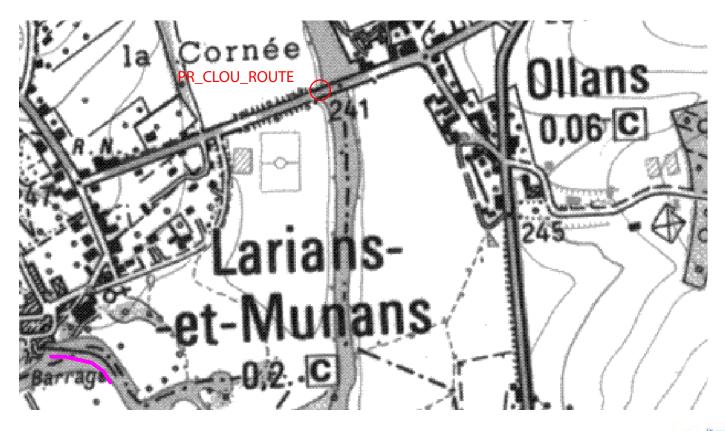




FICHE DESCRIPTIVE DES STATIONS DE BASE GPS ET DES POINTS DE REPERES SITE DU BARRAGE DE OLLANS



PR_CLOU_ROUTE X: 894525.742 Y: 2276036.914 Z: 241.617



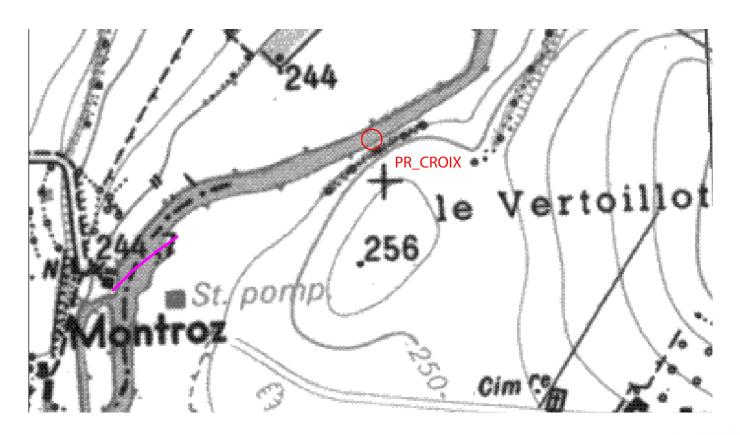




Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site du Barrage de Montroz



PR_CLOU_ROUTE X: 897725.927 Y: 2280926.049 Z: 244.084



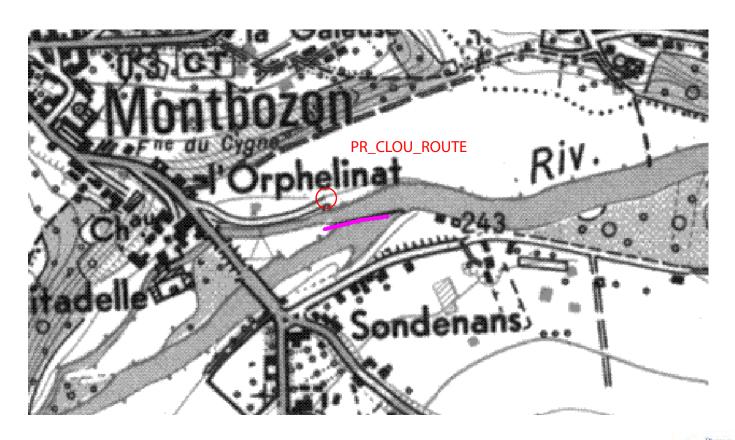




SITE DU BARRAGE DE MONTBOZON



PR_CLOU_ROUTE X:896095.791 Y:2281299.458 Z:242.541



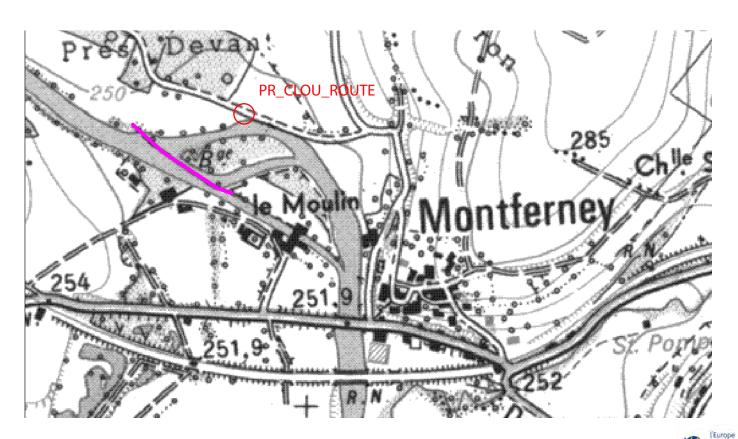




Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site du Barrage de Montferney



PR_CLOU_ROUTE X: 900871.404 Y: 2283550.955 Z: 248.882







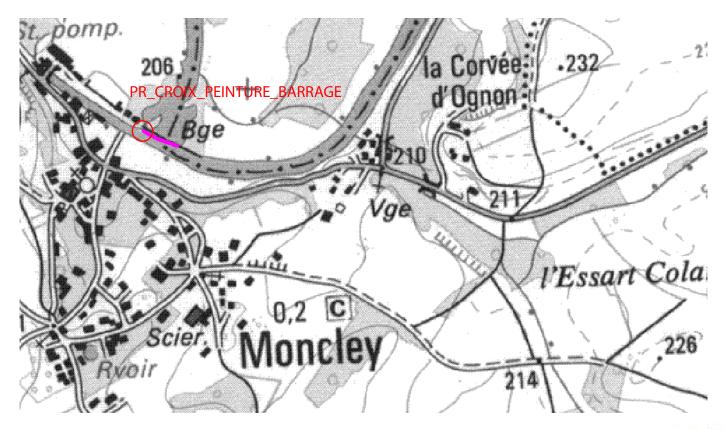
Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site du Barrage de Moncley



PR_CROIX_PEINTURE_BARRAGE

X: 868782.962 Y: 2262916.945 Z: 208.99 PR_NGF_RIVE_GAUCHE

X: 868788.594 Y: 2262914.138 Z: 208.514









Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site de Marnay

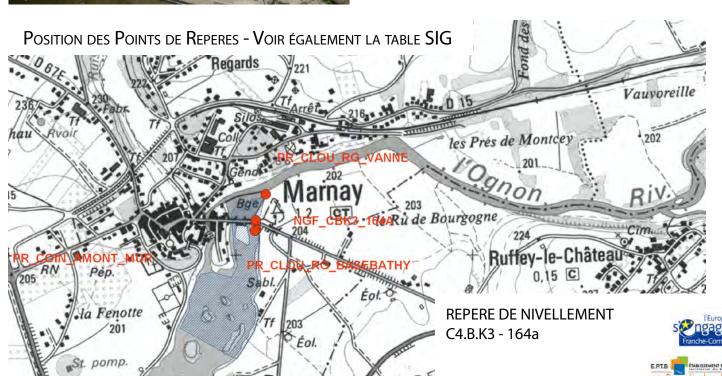




BASE 860 083.789 2 260 148.278 205.428

PR_CLOU_RG_BASEBATHY 860 085.827 2 260 108.693 201.188





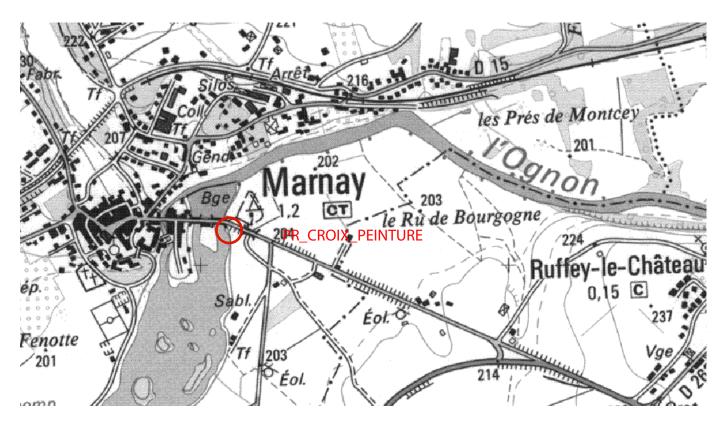


Véodis-3D Véodis-3D

Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site de Marnay



PR_CROIX_PEINTURE 860094.616 2260123.408 203.626

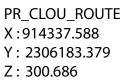






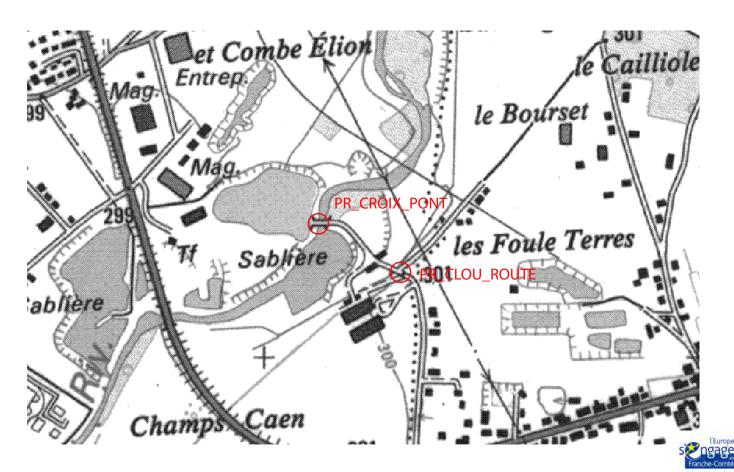
Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site de Lure







PR_CROIX_PONT X:914120.233 Y: 2306310.408 Z: 296.231



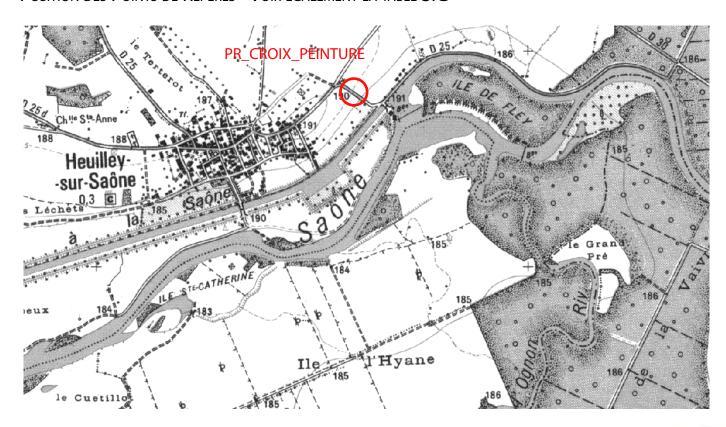




Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site de Heuilley sur Saone



PR_CROIX_PEINTURE 836495.642 2263944.97 186.483





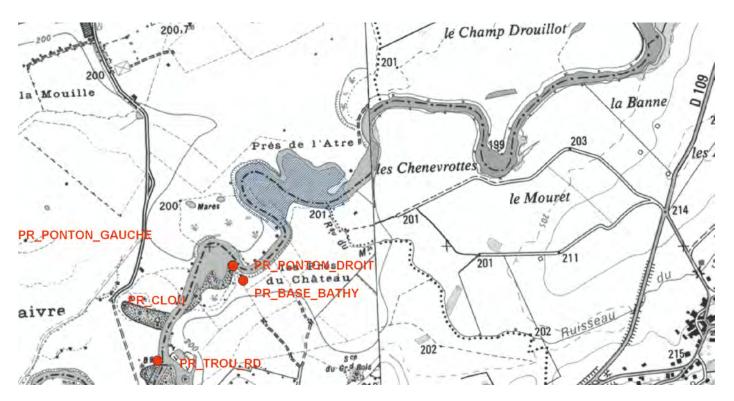
Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site de Chenevrey



PR_BASE_BATHY 858 094.977 2 257 918.437 200.299



PR_CLOU 858 137.367 2 257 856.514 200.474



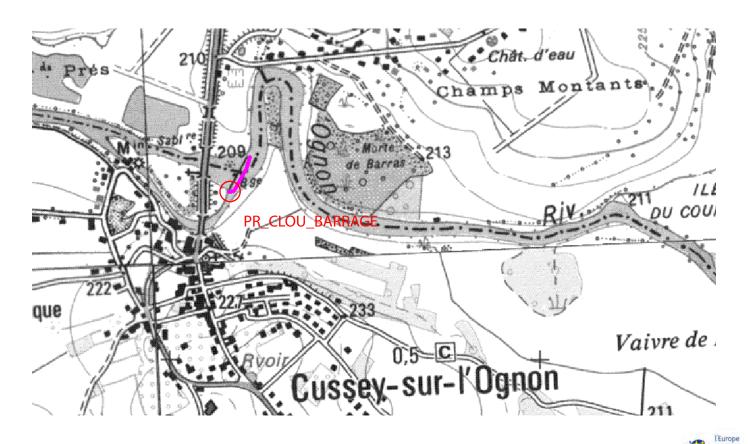
REPERE DE NIVELLEMENT C4.B.K3 - 164a



Fiche Descriptive des Stations de Base GPS et des Points de Reperes Site du Barrage de Cussey sur l'Ognon



PR_CLOU_BARRAGE X: 872214.561 Y: 2266549.119 Z: 212.973







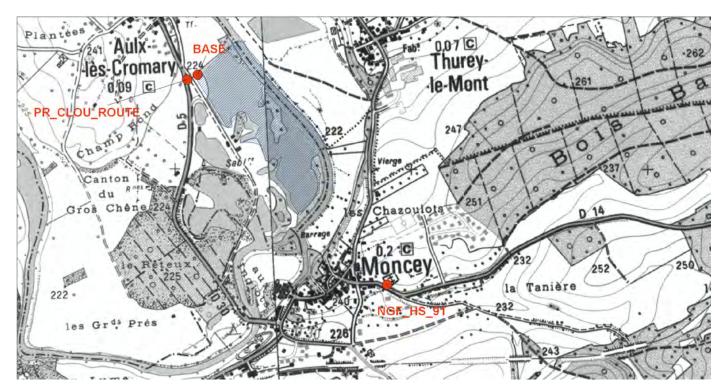
FICHE DESCRIPTIVE DES STATIONS DE BASE GPS ET DES POINTS DE REPERES SITE DE AULX LES CROMARY



PR_CLOU_ROUTE 885 048.508 2 270 377.125 224.619



BASE 885 093.46 2 270 397.725 224.294



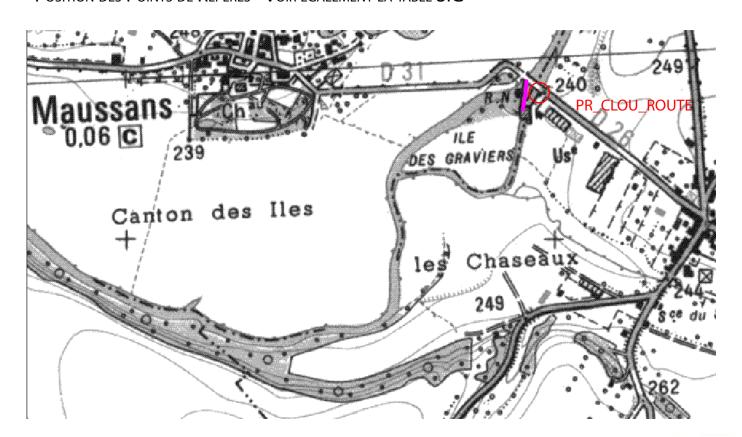
REPERE DE NIVELLEMENT H'S - 91



Site du Barrage de Maussans



PR_CLOU_ROUTE X: 895977.403 Y: 2277334.125 Z: 242.531



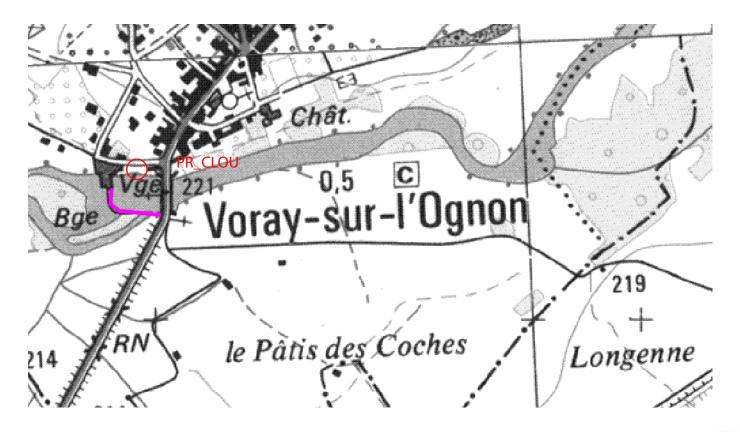




SITE DU BARRAGE DE VORAY SUR L'OGNON



PR_CLOU X: 877996.588 Y: 2266299.189 Z: 215.697



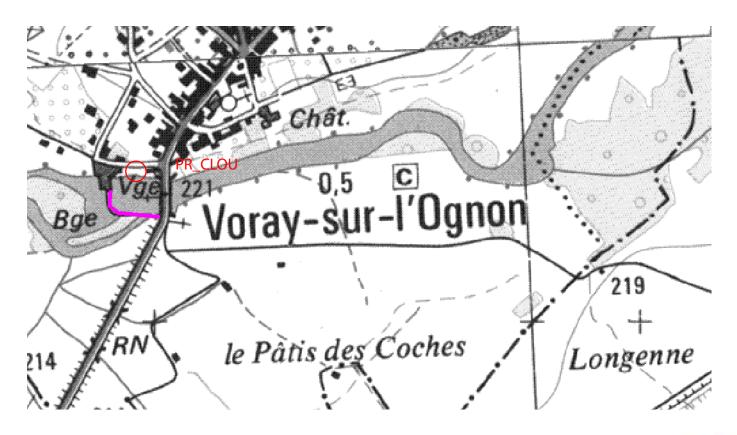


SITE DU BARRAGE DE VORAY SUR L'OGNON



PR_CLOU X: 877996.588 Y: 2266299.189 Z: 215.697

Position des Points de Reperes - Voir également la table SIG





Véodis-3D