



SINTEGRA

DRAC AMONT

Expertise hydromorphologique suite aux levés topographiques 2015

Rapport

Réf : CEAUCE151650 / REAUSE01787-03

EGU-FLA

9/03/2016



www.burgeap.fr

SINTEGRA

DRAC AMONT

Expertise hydromorphologique suite aux levés topographiques 2015

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction		Vérification		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature	Nom	Signature
Rapport	14/12/2015	01	F.LAVAL		E.GUILMIN		F.LAVAL	
Rapport	4/03/2016	02	F.LAVAL		E.GUILMIN		F.LAVAL	
Rapport	9/03/2016	03	F.LAVAL		E.GUILMIN		F.LAVAL	

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CEAUCE151650 / REAUSE01787-03
Numéro d'affaire :	A39375
Domaine technique :	BV04
Mots clé du thésaurus	GEOMORPHOLOGIE, TRANSPORT SOLIDE PAR CHARRIAGE, PROFIL EN LONG, PROFIL EN TRAVERS

BURGEAP Agence Centre-Est – site de Grenoble
 2 rue de la Tour de l'eau Saint-Martin-d'Hères
 Tél. 33 (0) 4 76 00 75 50 • Fax 33 (0) 4 76 00 75 59
agence.de.grenoble@burgeap.fr

SOMMAIRE

1. Objet de l'expertise	4
2. Phase 1 – Assistance technique pour les levés topographiques	5
3. Phase 2 – Expertise des éléments de comparaison	6
3.1 Données exploitées.....	6
3.2 Profils en long du Drac, du Drac Blanc et du Drac Noir	7
3.2.1 Profil en long du Drac Blanc.....	7
3.2.2 Profil en long du Drac Noir	8
3.2.3 Profil en long du Drac	9
3.3 Secteur restauré en amont de St-Bonnet-en-Champsaur	11
3.3.1 Retour sur l'hydrologie du Drac depuis 2014	11
3.3.2 Analyse des profils en long	11
3.3.3 Rappels des limites de l'analyse des MNT	13
3.3.4 Analyse des MNT sur la période 2013-2015.....	13
3.3.5 Analyse des MNT sur la période 2014-2015.....	14
3.4 Conclusions de l'expertise sur le linéaire restauré	26

1. Objet de l'expertise

Le Département des Hautes Alpes a confié au Cabinet SINTEGRA des levés topographiques du Drac amont au cours de l'automne 2015 et une mission de comparaison des données acquises avec les données anciennes.

La prestation comprend 2 phases :

- **Phase 1** : réalisation d'un MNT à partir d'un levé LIDAR pour l'ensemble du linéaire du Drac amont, du Drac blanc et du Drac Noir. Réalisation de 40 profils bathymétriques sur le site des travaux de restauration du Drac en amont de St-Bonnet-en-Champsaur ;
- **Phase 2** : comparaison des données LIDAR existantes et premières interprétations hydromorphologiques.

BURGEAP intervient en tant que sous-traitant de SINTEGRA dans le cadre des 2 phases précédentes. Les objectifs de l'intervention sont les suivants :

- Phase 1 : Assistance technique de SINTEGRA dans le positionnement des levés topographiques ;
- Phase 2 : Exploitation et expertise des éléments de comparaison (LIDAR, MNT et profils en travers).

On notera que les données acquises par SINTEGRA sont conséquentes et que le travail d'expertise n'exploite qu'une partie de la connaissance. L'objectif complémentaire de l'expertise est d'identifier les perspectives de suivi scientifique, en complément du protocole suivi déjà identifié.

2. Phase 1 – Assistance technique pour les levés topographiques

Cette phase a compris les rendus suivants :

- **Positionnement des 40 profils en travers** dans la zone des travaux de restauration :
 - Définition d'un axe d'écoulement principal pour le lit du Drac ;
 - Implantation des profils en travers perpendiculairement à l'axe précédent :
 - 27 profils en travers régulièrement répartis sur les 3650 m des travaux (interdistance de 140 m) ; le profil amont (P1) est calé sur la crête du seuil du plan d'eau (actuellement noyé dans le lit du Drac) ; le profil P27 est calé sur la crête du seuil de la Déchèterie ;
 - 13 profils en travers ajoutés entre les profils précédents dans les secteurs à enjeu potentiel (interdistance de 70 m) : le long de la digue du plan d'eau du Champsaur (5 profils) ; dans le secteur de la STEP de Laye (3 profils) ; dans le secteur de la confluence avec le Brutinel (3 profils) ; en amont du seuil de la Déchèterie (2 profils).
- **Définition d'un axe d'écoulement principal** pour les lits du Drac, du Drac Blanc et du Drac Noir sur l'ensemble du périmètre d'étude. Cet axe a pour objectif de servir de référence pour la construction des profils en long.

Les axes des cours d'eau définis précédemment ont pour objectif de servir de référence pour les levés topographiques ultérieurs. Ils représentent l'axe de la bande active du lit ; ils sont indépendants de l'évolution en plan à court terme des cours d'eau. Ils peuvent être considérés comme représentatifs de l'axe d'écoulement principal en crue et à ce titre, les profils en long projetés sur cet axe sont représentatifs de la pente d'énergie pour les crues de pleins bords.

La photographie ci-dessous illustre en jaune l'axe retenu pour la bande active du Drac dans la plaine de Chabottes. Le tracé en bleu illustre le lit d'étiage principal relevé lors de la campagne topographique de 2009 (Cabinet ARGEO). Ce lit d'étiage évolue fortement au cours du temps, en particulier dans les secteurs en tresses. Son levé topo-bathymétrique doit être projeté sur l'axe de la bande active afin que tous les levés soient comparables.



Figure 1 : Exemple d'axe du lit retenu pour le Drac dans un secteur en tresses

3. Phase 2 – Expertise des éléments de comparaison

3.1 Données exploitées

Les données fournies par SINTEGRA dans le cadre de l'expertise sont les suivantes :

- **Secteur restauré en amont de St-Bonnet-en-Champsaur :**

- Modèles numériques de terrain :
 - MNT issu du LIDAR 2011 (SINTEGRA). Ce MNT n'a pas été exploité car le MNT de 2013 est considéré comme plus récent et plus représentatif de la situation avant travaux ;
 - MNT issu du LIDAR d'octobre 2013 (entreprise VINCI). On notera que ce MNT comprend les points eau (surface mouillée) et ne comprend pas de bathymétrie du lit mineur ;
 - MNT issu du plan de récolement post-travaux d'avril 2014 (entreprise VINCI). Ce MNT a été construit à partir d'un semis de points relativement lâche du fond du lit restauré du Drac. Les niveaux d'eau n'ont pas été levés sur ce MNT ; ils étaient a priori très faibles (0,10 à 0,20 m). En dehors des marges où les levés sont localement incomplets (épis de la propriété Robin, zone humide face à la STEP de Laye), la densité de points de ce MNT 2014 reste acceptable dans la mesure où le terrassement du lit restauré a été très uniforme entre les points levés ;
 - MNT issu du LIDAR du 10 septembre 2015 (SINTEGRA) ; ce MNT comprend des points terrestres pour les parties émergées et des points représentant la surface de l'eau pour le lit en eau. Le fond du lit mouillé n'a pas été levé par le LIDAR.

Ces MNT ont été exploités en tant que donnée d'entrée et ont été soustraits les uns aux autres afin d'identifier les évolutions altimétriques.

- Superposition des 40 profils en travers (PT) :
 - profils en travers topo-bathymétriques issus des levés terrestres et LIDAR de 2015 ;
 - profils en travers topographiques issus des levés terrestres de 2014 ;
 - profils en travers issus du LIDAR de 2013.
- **Ensemble des linéaires du Drac, du Drac Blanc et du Drac Noir :**
 - Superposition des profils en long :
 - Profil en long de la ligne d'eau de 2009 (ARGE, 2009) ;
 - Profil en long objectif (ETRM, 2010) ;
 - Profil en long de la ligne d'eau issu du LIDAR de 2015.

Les expertises qui suivent ont été réalisées au bureau à partir des données numériques fournies, sans visite de terrain spécifiques.

Les interprétations de terrain qui sont fournies par la suite sont basées sur notre connaissance du Drac et du projet de restauration et peuvent être, à ce titre, incomplètes.

3.2 Profils en long du Drac, du Drac Blanc et du Drac Noir

Les profils en long réalisés superposent la ligne d'eau de 2009, la ligne d'eau de 2015 et le profil objectif maximal (cote supérieure).

Les abscisses des profils en long sont rapportées à l'axe de la bande active du Drac définie dans le cadre de la présente étude. Le PK0 correspond à l'extrémité amont du profil en long.

3.2.1 Profil en long du Drac Blanc

Les profils en long du Drac Blanc sont reportés sur le graphique ci-dessous.

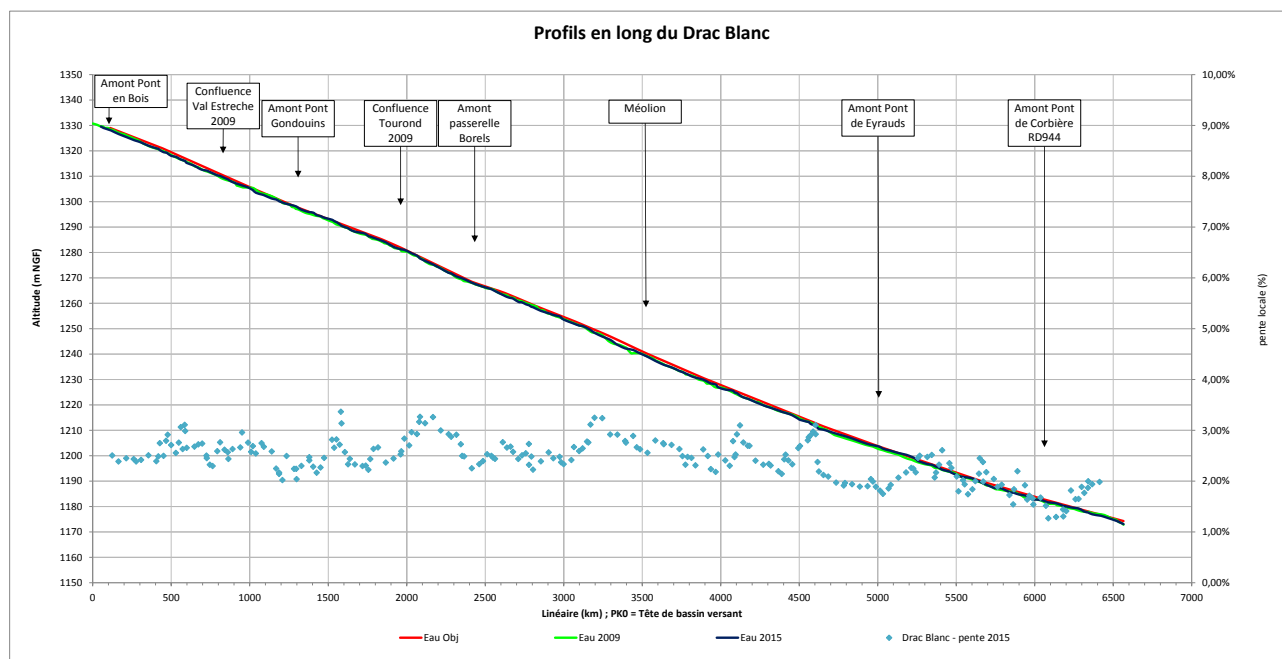


Figure 2 : Profil en long général du Drac Blanc

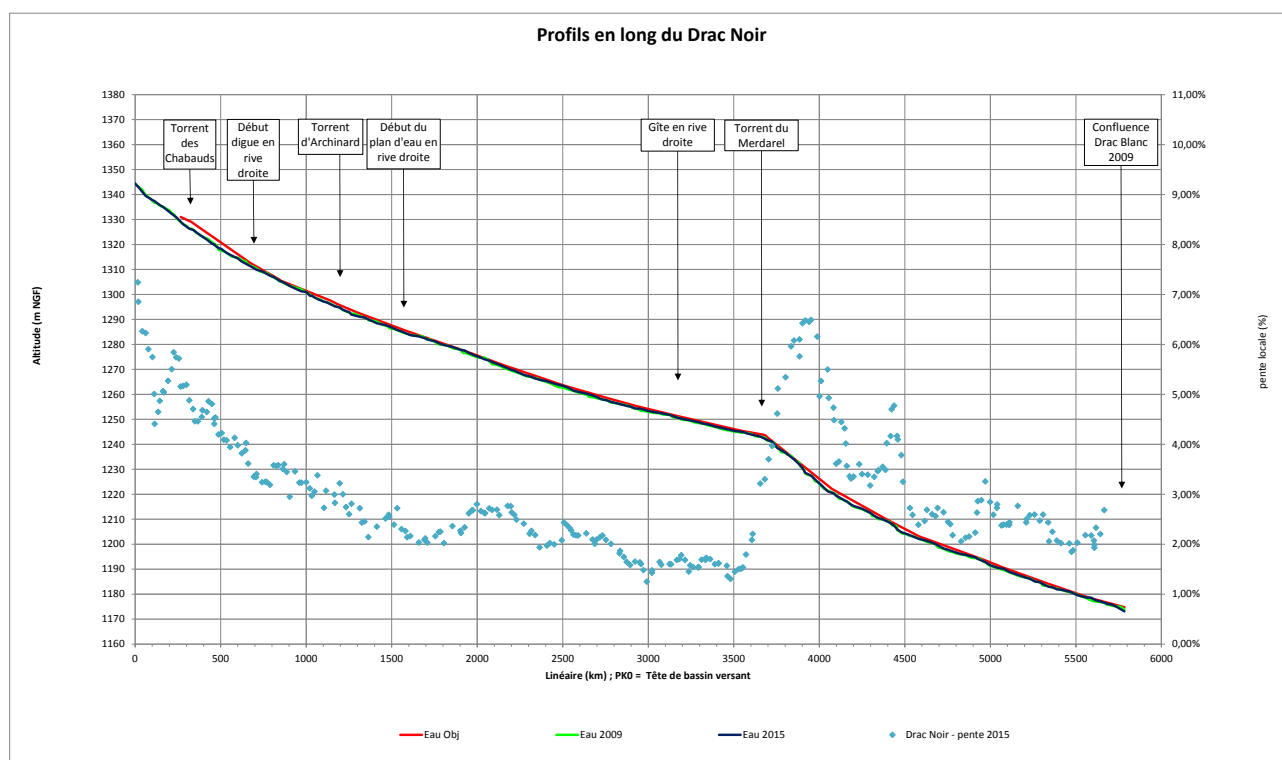
La comparaison des différents profils, notamment en termes d'évolution entre 2009 et 2015, amène les commentaires suivants, d'amont en aval :

- Pentes : de 3 à 2%, en décroissance ;
- Le profil en long objectif est globalement toujours au-dessus des profils en long de 2009 et 2015, de l'ordre de 1 m. On note cependant certains secteurs présentant des enjeux plus marqués :
 - Au droit du Pont des Gondouins, les profils de 2009 et 2015 sont proches du profil objectif sur 600 m entre les PK1000 et 1600. L'exhaussement du lit s'est aggravé entre 2009 et 2015 au droit et en aval du pont, alors que le profil s'est abaissé en amont ;
 - En aval de la confluence avec le Tourond, le profil de 2015 s'est exhaussé sur 200 m entre les PK1950 et 2150 et affleure le profil en long objectif ;
 - Au droit et en aval du Pont des Eyrauds, le Drac Blanc est en exhaussement entre les PK4700 et PK5400 sur 700m, avec un maximum au PK5200 qui dépasse de 0,30 m le profil en long objectif ;

- En amont de la confluence avec le Drac Noir, un exhaussement est noté entre les PK6100 et 6300 et affleure le profil en long objectif. Sur la partie aval de ce linéaire, l'engravement a diminué entre 2009 et 2015.

3.2.2 Profil en long du Drac Noir

Les profils en long du Drac Noir sont reportés sur le graphique ci-dessous.



La comparaison des différents profils, notamment en termes d'évolution entre 2009 et 2015, amène les commentaires suivants, d'amont en aval :

- Pentes : de supérieure à 3 % décroissant jusqu'à 1,5% en amont du cône de déjection du Torrent du Merdarel. Pente de 6% en aval du torrent, décroissant jusqu'à 2% à la confluence ;
- Le profil en long objectif est globalement toujours au-dessus des profils en long de 2009 et 2015, de l'ordre de 1 m, voire 2 m. On note cependant certains secteurs présentant des enjeux plus marqués :
 - Le long de la digue rive droite de la base de loisirs d'Orcières, entre les PK700 et 1000, le Drac Noir affleure le profil objectif, autant en 2009 qu'en 2015 ; l'enjeu étant le plus marqué au PK850 en amont du pont de la base de loisirs ;
 - Au droit du plan d'eau de la base de loisirs, entre les PK1600 et 2200, le Drac Noir présente également un engravement qui affleure le profil en long objectif ;
 - Localement, entre la confluence avec le Merdarel et la confluence avec le Drac Blanc, le profil de 2015 vient affleurer le profil en long objectif, notamment aux PK4400, 4650, 4900 et 5600. Au niveau de ce dernier PK, le profil de 2015, surpasse le profil objectif de 0,20 m.

3.2.3 Profil en long du Drac

Les profils en long du Drac sont reportés sur le graphique ci-dessous.

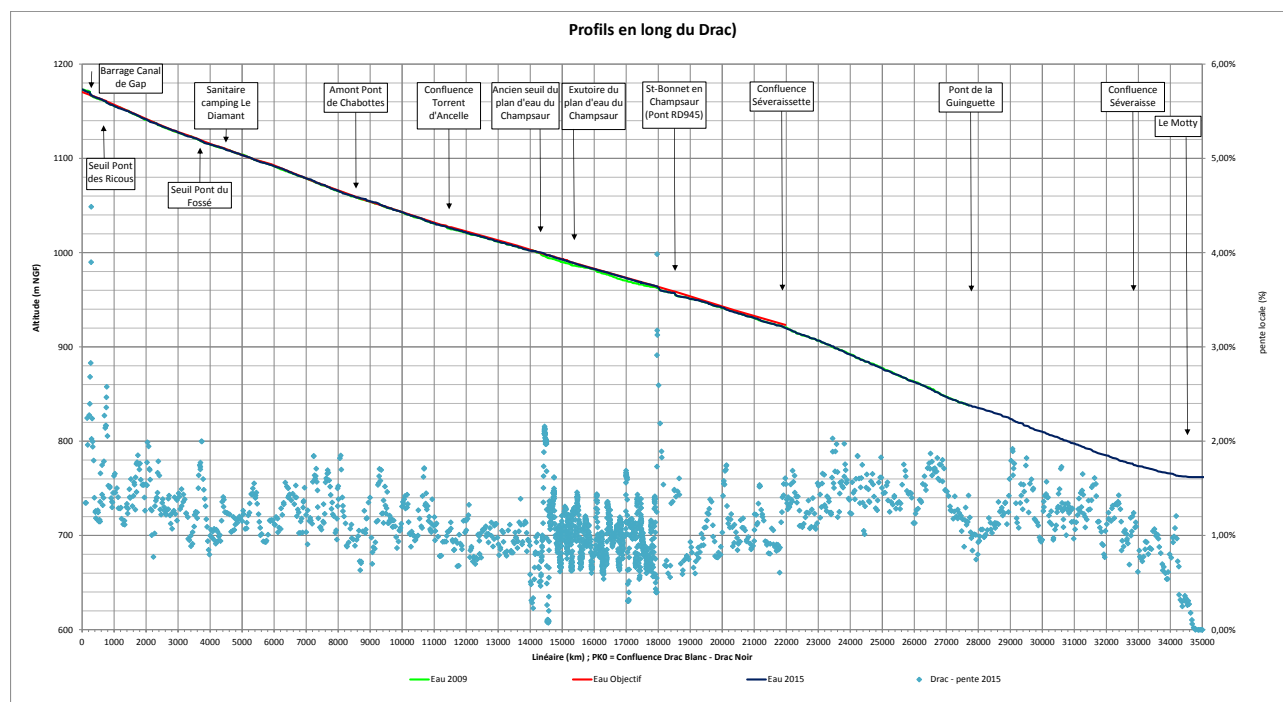


Figure 3 : Profil en long général du Drac

Le détail des profils en long est fourni en annexe.

La comparaison des différents profils, notamment en termes d'évolution entre 2009 et 2015, amène les commentaires suivants, d'amont en aval :

Graphique PK0 à PK7000 – de confluence Drac Blanc-Drac Noir à Chabottonnes

- Pentes : de 1,5 à 1,2%, en décroissance ;
- PK0 à PK200 : engravement important (2 m) en amont du barrage du Canal de Gap ;
- PK200 à PK3600 : respiration « normale » du lit entre le pont des Ricous et Pont-du-Fossé, en limite d'atteinte du profil objectif en amont de Pont-du-Fossé ;
- PK3800 à PK4000 : incision de 0,50 m en aval de Pont-du-Fossé ;
- PK4000 à PK7000 : respiration plus importante du lit entre le Pont-du-Fossé et le Pont de Chabottes, avec des zones en incision et des zones en exhaussement notamment au PK5100.

Graphique PK7000 à PK14000 – de Chabottonnes au plan d'eau du Champsaur

- Pentas : de 1,2 à 1 %, en décroissance ;
- PK7100 à 7600 : exhaussement du lit environ 1 km en amont du Pont de Chabottes (environ +0,50 au-dessus du profil en long d'équilibre) ;
- PK8600 à PK9300 : exhaussement en aval du Pont de Chabottes sur 2 sites (environ +1 m au-dessus du profil en long objectif) ;
- PK9300 à PK11400 : légère tendance à l'exhaussement de la tresse ;
- PK11400 : lissage du profil en long au niveau de la drague Pascal suite à l'effacement du seuil. Légère incision en amont (< 0,50 m) et exhaussement franc (1 m) en aval sur 600 m ;
- PK11400 à PK14000 : relative stabilité du lit avec tendance à l'exhaussement et migration des bancs vers l'aval.

Graphique PK14000 à PK21000 – du plan d'eau du Champsaur au Serre (amont Séveraisse)

- Pentas : 0,5 à 1,5 % dans le linéaire restauré ; 1 à 1,5% en aval de la Déchèterie ;
- PK14000 à PK18000 : secteur des travaux de restauration du Drac par recharge sédimentaire (2014). Voir commentaire par ailleurs ;
- PK18000 à PK18600 : secteur de traversée de St-Bonnet-en-Champsaur, stable globalement entre les seuils et en aval immédiat du seuil du Pont des Barraques ;
- PK18600 à PK19600 : secteur globalement stable, avec très légère incision ;
- PK19600 à PK20500 : secteur en incision marquée (1 à 1,50 m), notamment sur 400 m entre le méandre contre la RN85 et le hameau du Serre. En amont, un petit secteur est localement en exhaussement sur 200 m (+0,50 m) ;
- PK20500 à PK22000 : secteur en équilibre en amont de la Séveraissette, probablement lié à la proximité du substratum rocheux.

Graphique PK21000 à PK28000 – Du Serre au Pont de la Guinguette

- Pentas : 1 à 2% ;
- PK20500 à PK22000 : secteur en équilibre en amont de la Séveraissette ;
- PK22000 à PK27700 (fin du levé ARGEO 2009) : secteur globalement en équilibre et en respiration, mais avec des tendances plus marquées en incision, notamment au droit de la confluence avec la Séveraissette et sur certaines portions de linéaires (PK24000, PK25000, PK26000, PK26500). Le lit est en équilibre au passage du Pont de la Guinguette.

Graphique PK28000 à PK35000 – Du Pont de la Guinguette au Motty

- PK28000 à PK35000 : Pas de comparaison possible sur ce secteur de pente 1 à 1,5%, s'abaissant à 1%, puis 0,5% à l'approche du Motty.

3.3 Secteur restauré en amont de St-Bonnet-en-Champsaur

3.3.1 Retour sur l'hydrologie du Drac depuis 2014

Les travaux de restauration du Drac ont été réceptionnés en avril 2014.

Les chroniques hydrologiques sur la zone des travaux n'ont pas été reconstituées depuis cette date. On sait cependant que le Drac a connu une première crue morphogène le 15/11/2014, estimée à environ 100 m³/s et de période de retour 2 ans environ.

Depuis, le Drac a connu une autre petite crue le 13/06/2015 dont le débit n'est pas connu (inférieur à celle du 15/11/2014 a priori).

Enfin, le Drac a connu une nouvelle crue morphogène le 14/09/2015, plus forte que celle du 15/11/2014. Celle-ci n'entre pas dans l'analyse puisque les levés LIDAR et terrestres ont été réalisés quelques jours avant (10/09/2015).

3.3.2 Analyse des profils en long

Les données collectées permettent de comparer les profils en long de 2009 (eau), 2013 (eau), 2014 (fond) et 2015 (eau). Les pentes locales des périodes 2014 (post-travaux) et 2015 sont également ajoutées en axe secondaire.

Les constats suivants peuvent être réalisés :

- **Les profils en long de 2009 et 2013** confirment des incisions maximales de 3 à 4 m par rapport à la situation de référence de 1913, avec 2 principaux fronts d'érosion régressive (au droit de la STEP de Laye) et au droit du Plan d'eau du Champsaur. Les crues de 2006 et 2008 ont accéléré ces phénomènes. Le profil de 2013 montre que les 2 fronts d'érosion régressive ont progressé vers l'amont, ce qui a entraîné en 2013 un début de brèche dans le seuil du plan d'eau.
- **Le profil en long de 2014** montre qu'à la réception des travaux, le profil en long n'était pas parfaitement uniforme. Ce constat est à prendre avec la réserve que l'axe du lit retenu pour la superposition des profils en long n'est pas confondu avec l'axe de restauration du lit incluant une légère sinuosité, ce qui peut induire des déformations du profil en long. Ceci étant, on note que les pentes oscillent autour de 1%, avec des valeurs de 0,8 à 1,2% dans la partie médiane, 0,5 à 1,2% dans la partie aval, et 0,6 à 1,6% dans la partie amont. On notera que, au droit de l'ancien seuil du plan d'eau, la pente était abaissée à 0,4%.
- **Le profil en long de 2015** a amplifié les pentes locales précédentes. Les pentes sont en moyenne de 1% et oscillent entre 0,6 et 1,4 %. Deux exceptions sont observées :
 - Un secteur à 2% puis 0,05 % en aval immédiat de l'ancien seuil du plan d'eau, du fait d'une incision locale. La pente initiale de 1,6% s'est donc amplifiée avec l'incision du lit (PT3 et PT4, voir plus loin) ;
 - Un secteur à 1,7 puis 0,3 % (PT31 et 32, voir plus loin), du fait d'une incision locale à la confluence de plusieurs bras.

On peut remarquer une certaine périodicité dans les valeurs de pentes, notamment entre les PK14900 à PK16300 (longueur d'onde de 300 m).

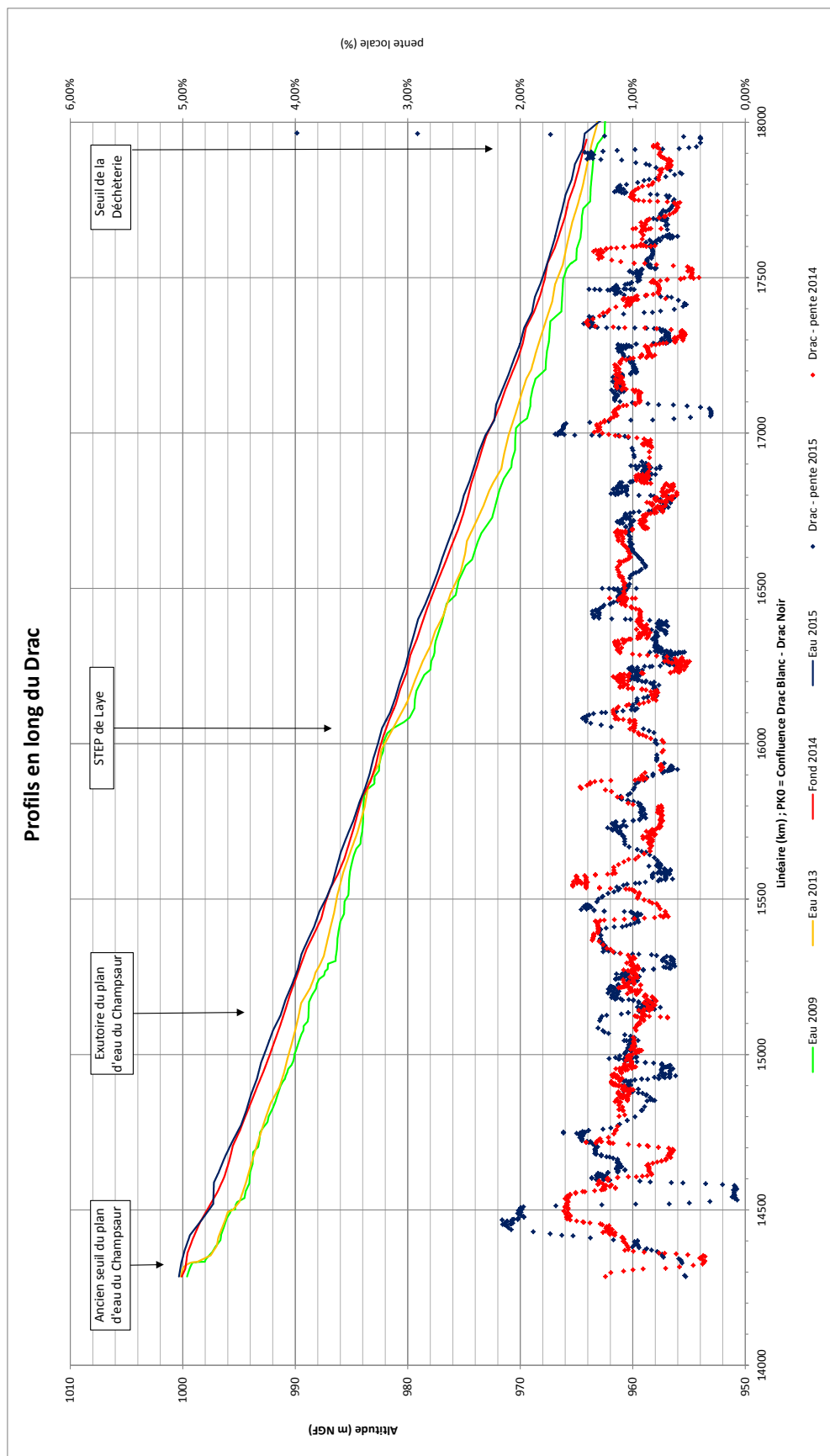


Figure 4 : Profils en long du Drac sur le secteur des travaux de restauration

3.3.3 Rappels des limites de l'analyse des MNT

La comparaison des MNT de 2013, 2014 et 2015 est sujette à deux inconvénients qui sont propres aux données :

- Les MNT de 2013 et 2015 sont issus de LIDAR aéroportés, pour lesquels, du fait de la fréquence du signal utilisé, la bathymétrie sous-fluviale n'est pas interceptée. L'analyse comparative ne peut donc pas porter sur les volumes en eau au moment des levés, c'est-à-dire sur les volumes compris entre la surface mouillée de la rivière et le fond du lit. Ce caractère, intrinsèque au levé LIDAR, est pris en considération pour corriger les interprétations d'évolution morphologique. Pour la comparaison 2014-2015, on s'appuie sur les levés bathymétriques des 40 profils en travers pour corriger les informations des MNT, avec une information qui reste cependant ponctuelle.
- Le MNT de 2014 a été établi à partir de levés terrestres, y compris dans les zones en eau. Alors que le lit était en eau sur de grandes largeurs, ce levé est donc plus précis qu'un LIDAR dans la bande active restaurée et terrassée de façon uniforme ; il est cependant moins précis sur les marges, plus accidentées, où peuvent apparaître des artefacts altimétriques comme illustré sur la figure ci-dessous en cas de levé insuffisant des points de rupture de pente. Ces artefacts pourraient être résolus par la définition de ligne de rupture de pente.

L'analyse menée par expertise tient donc compte des limites des comparaisons réalisées. Au niveau des évolutions volumiques, il sera notamment plus facile d'extraire un volume de dépôt (hors d'eau) qu'un volume d'érosion (sous l'eau).

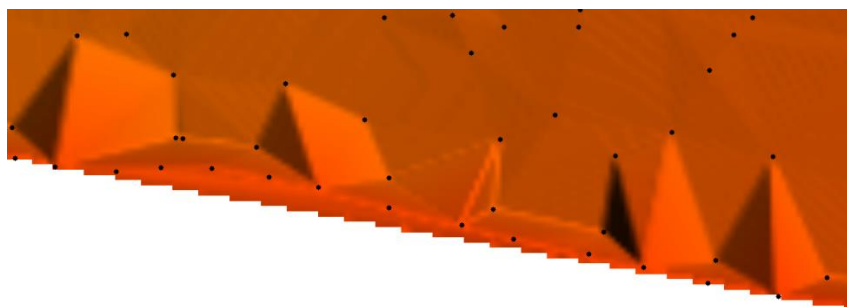


Figure 5 : Exemple d'artefacts sur le MNT de 2014 lié à une faible densité de points en pied de talus

3.3.4 Analyse des MNT sur la période 2013-2015

Cette période a essentiellement vu la mise en œuvre des travaux de recharge.

L'illustration de la soustraction des MNT 2015 et 2013 en page suivante (cf. Figure 6) met en évidence plusieurs éléments à une échelle globale :

- **Le lit mineur de 2013 remblayé lors des travaux** est clairement visible dans les couleurs chaudes (jaune, orangé, rouge). Il apparaît 2 secteurs avec les hauteurs les plus importantes de remblaiement :
 - Le long du plan d'eau du Champsaur, ainsi que dans le méandre en aval, la recharge a porté sur un dénivelé de 2 à 4 m ;
 - Au droit du camping du Gât, depuis la STEP de Laye jusqu'à 1 km en amont du seuil de la Déchèterie, la recharge a porté sur un dénivelé de 2 à 3 m ;

Ces 2 secteurs étaient les plus actifs en termes d'érosion régressive. Entre ces 2 secteurs, la recharge a porté sur un dénivelé de l'ordre de 1 à 2 m, voire localement un dénivelé presque nul en amont de la STEP de Laye.

Les dénivelés annoncés sont des minorants puisque le MNT de 2013 est basé sur la surface en eau. Pour obtenir le dénivelé total maximal, il faut considérer une lame d'eau moyenne de 0,50 m en étiage.

- **Les zones d'emprunt des matériaux de recharge** apparaissent en couleurs froides (vert, bleu). On distingue notamment :

- Le cône de déjection du Brutinel, avec des déblais de 2 à 3 m ;
- Le chenal secondaire en aval du Brutinel, avec des déblais de 1 à 2 m ;
- L'intrados du méandre face à la STEP de Laye, avec des déblais de 1 à 2 m ;
- La rive gauche en amont de la STEP de Laye, avec des déblais de 1 à 3 m ;
- La rive gauche face au plan d'eau du Champsaur avec des déblais de 1 à 4 m.

La différence de volume des 2 MNT 2013 et 2014 a été réalisée par SINTEGRA dans une emprise définie par BURGEAP. Cette emprise a été réduite à la zone fiable des MNT, c'est-à-dire à la zone qui exclut les secteurs avec des artefacts altimétriques. Le bilan volumique est le suivant :

- Volumes déblayés : 233 000 m³ ;
- Volumes rechargés : 290 000 m³.

Ces chiffres méritent un commentaire :

- Pour les volumes déblayés, les volumes représentent les apports de matériaux au projet de recharge. Plusieurs zones ne sont pas incluses dans le calcul : les marges du lit aménagé, pour des questions de fiabilité du MNT de 2014 (sous-estimation de 15% environ, soit 35 000 m³) ; la zone humide face à la STEP de Laye qui n'a pas été levée précisément en 2014 (environ 10 000 m³) ; l'excavation en amont du plan d'eau en rive droite (10 000 m³) non levée en 2015. Le volume total déblayé sur site serait donc plutôt de 288 000 m³. Pour les apports de matériaux au projet de recharge, doivent être ajoutés également les apports externes (67 000 m³ au total), ce qui donne un volume total de 355 000 m³.
- Pour les volumes rechargés, au 290 000 m³ doivent être ajoutés le volume du cheminement de rive droite (environ 8 m³/ml sur 2100 m, soit environ 17 000 m³) et les volumes d'eau non comptabilisés dans le LIDAR de 2013. Un calcul sommaire donne une lame d'eau moyenne 0,40 m sur 3 650 m et sur 35 m de large, soit un volume de 51 000 m³, ce qui permet d'équilibrer le bilan déblai/remblai du chantier à environ 355 000 m³. L'écart entre ce chiffre et les estimations initiales du projet (420 000 m³) résulte de l'abaissement du profil en long objectif en cours de projet afin d'adapter le chantier au volume réellement disponibles. Pour mémoire, environ 30 000 m³ ont été perdus dans la phase travaux par érosion dans le chenal de dérivation et le prélèvement dans le fond du plan du Champsaur a été écarté en cours de chantier.

3.3.5 Analyse des MNT sur la période 2014-2015

► Introduction

L'expertise est menée selon plusieurs tronçons homogènes :

- Secteur 1 : le long de la digue du plan d'eau du Champsaur ;
- Secteur 2 : entre le plan d'eau et la STEP de Laye ;
- Secteur 3 : au droit en aval de la STEP de Laye ;
- Secteur 4 : cône de déjection du Brutinel ;
- Secteur 5 : au droit du camping du Gâ ;
- Secteur 6 : du camping du Gâ au seuil de la Déchèterie.

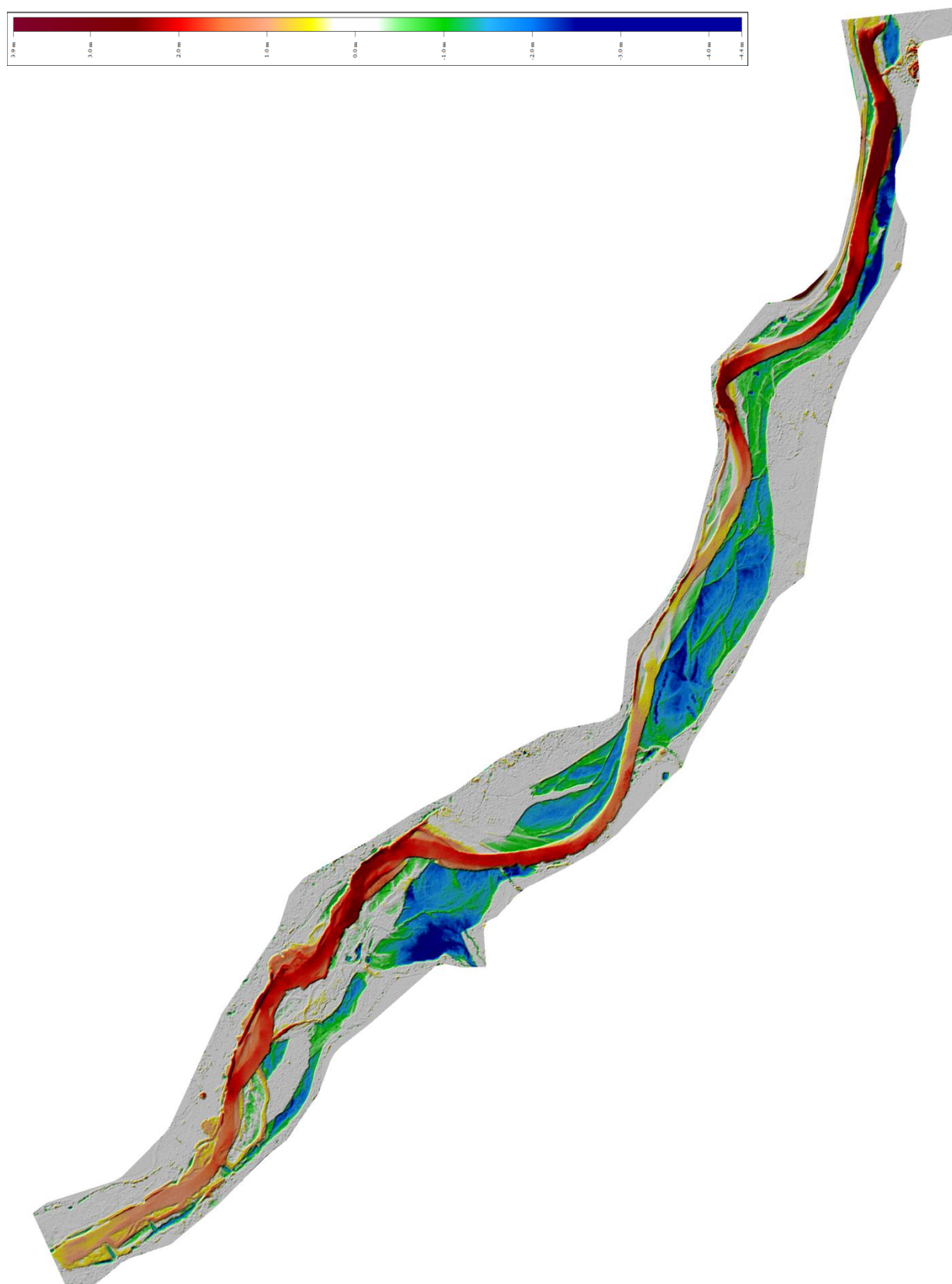


Figure 6 : Comparaison les MNT 2013 et 2015 – vue globale

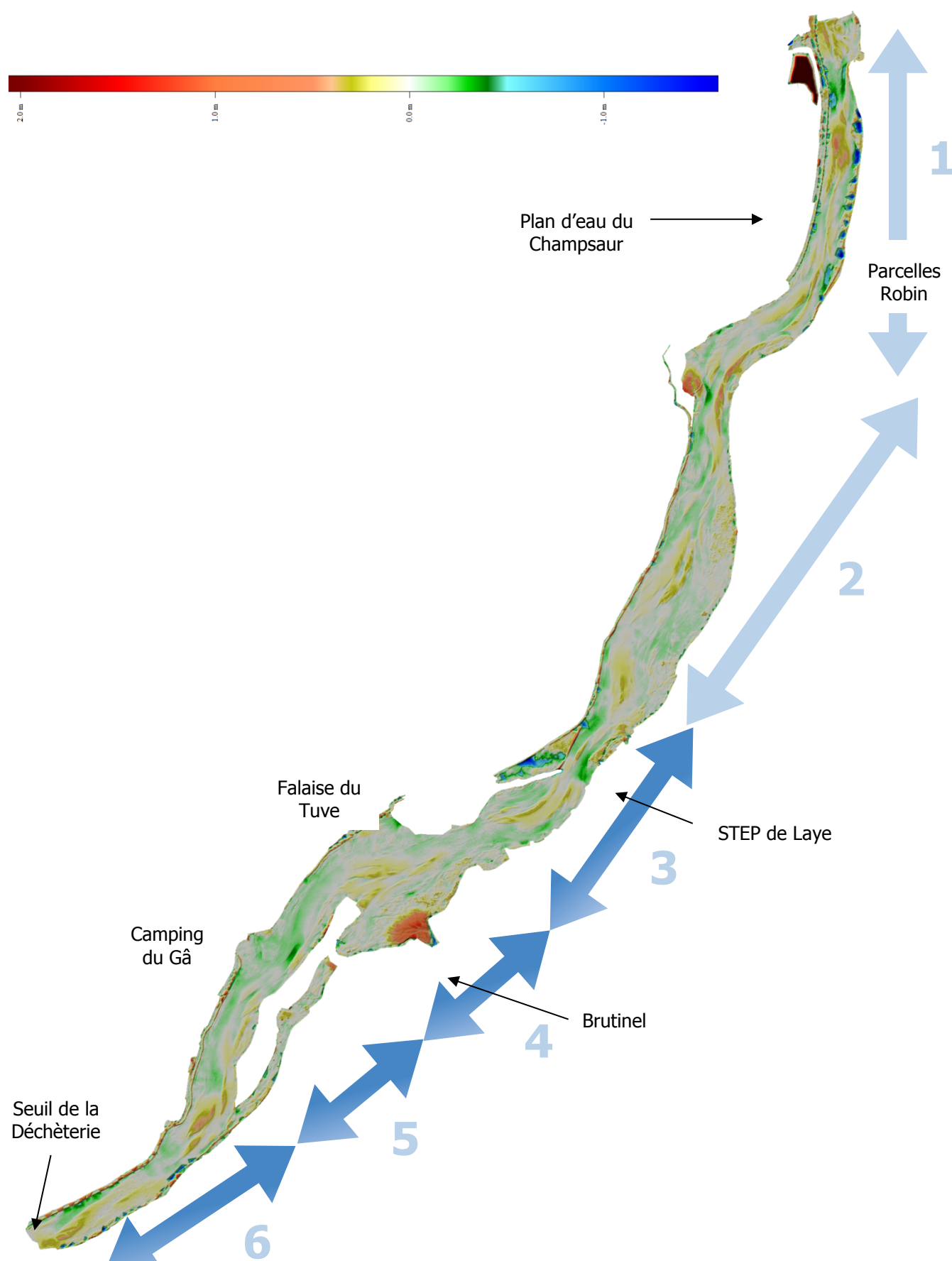


Figure 7 : Comparaison les MNT 2014 et 2015 – vue globale et sectorisation

► Secteur 1 : le long de la digue du plan d'eau du Champsaur (PT1 à PT11)

Dans ce secteur, on note plusieurs artéfacts d'altimétrie liés à la nature des données :

- Plusieurs artéfacts apparaissent au niveau des épis de la propriété Robin en rive gauche. Cela est dû à la faible densité de points du MNT 2014 dans ce secteur, entre les épis notamment ;
- Plusieurs artéfacts apparaissent sur la digue du plan d'eau en rive droite, toujours pour des questions de densité de points ;
- La zone d'extraction de rive droite (profils PT2 et PT3) n'a pas été levée par de la bathymétrie en 2015 et apparaît donc en remblai ;

Plusieurs évolutions morphologiques sont constatées dans le secteur (cf. Figure 8) :

- **Aux profils PT1 et PT2**, on note une sédimentation et la création de 3 bras en étiage. L'engravement des bancs émergés est de l'ordre de 0,30 m en moyenne, et de 0,50 m au maximum sur le banc de rive droite, pour environ 1500 m³ au total. Ce phénomène d'engravement à l'entrée du site restauré confirme que le linéaire amont du Drac apporte des sédiments (sans qu'il soit possible à ce stade d'indiquer si ces apports sont supérieurs depuis la suppression du seuil de la Drague Pascal). Le seuil du plan d'eau reste donc protégé sous les alluvions grâce à ces apports et à une largeur de bande active restaurée à 90 m environ.
- **Aux profils PT3 et PT4**, on note une érosion du lit qui semble directement liée au rétrécissement de la bande active (45 m au lieu de 90 m en amont) et à la sur-pente locale (1,6% après travaux) ; elle se traduit par la constitution d'un lit d'étiage unique ; on observe par exemple bien la contraction des écoulements en rive gauche entre PT2 et PT3. L'incision atteint au maximum 0,70 m pour le niveau d'eau (bras de rive gauche), mais l'incision du lit est la plus forte dans le bras de rive droite : 0,20 m d'incision du niveau d'eau + 0,40 m d'incision du lit, soit 0,60 m au total au profil PT3. En dehors de ces zones, l'incision moyenne est de 0,30 m environ ; la perte en volume peut être estimée grossièrement à 1700 m³ environ. La présence d'argile dans ce secteur est à écarter puisque l'érosion a lieu dans l'ancien lit, totalement rechargé avec des matériaux grossiers.
- **Entre les profils PT4 et PT7**, des atterrissements importants se sont développés ; le Drac retrouve 2 bras d'étiage bien dissociés. L'engravement moyen est de l'ordre de 0,25 m en moyenne et de 0,60 m au maximum, pour un volume de 1700 m³. En ordre de grandeur, ce volume pourrait paraître équivalent aux matériaux érodés en PT3 et PT4 ; or, les matériaux déposés sont grossiers alors que les matériaux érodés contiennent des fines (sables, limons, pour environ 30% du volume). Aussi, on peut en déduire que les matériaux déposés entre PT4 et PT7 sont aussi en partie issus des apports du Drac en amont du linéaire restauré. Avec les matériaux déposés entre PT1 et PT2, les apports amont seraient donc de 2000 m³ environ. L'engravement entre PT4 et PT7 rehausse la ligne d'eau et constitue de façon bénéfique un facteur de contrôle des érosions des profils PT3 et PT4.

Au niveau des épis de la propriété Robin en rive gauche, les artéfacts altimétriques liés à la faible densité de points en 2013 cachent peut-être de vrais phénomènes d'érosion en cours de développement, notamment entre les profils PT5 et PT6.

- **Entre les profils PT8 et PT11**, le lit du Drac est plutôt équilibré globalement, avec 2 à 3 bras d'étiage. Ce secteur semble globalement en équilibre ; il a pu bénéficier d'apports sédimentaires de la zone érodée en PT3-PT4 ou d'apports du linéaire amont. Cependant, localement, on note une fosse d'affouillement au droit et en aval du profil PT9 (cf. Figure 9), qui est liée à la faible épaisseur du matelas alluvial restauré et à la présence d'argile. La profondeur d'affouillement réelle a pu être estimée à partir des levés terrestres, elle est de 0,75 m au maximum et de 0,50 m en moyenne sur une surface de 1100 m², soit 550 m³ d'érosion de matériaux essentiellement fins (qui ne profitent donc pas au bilan sédimentaire grossier).

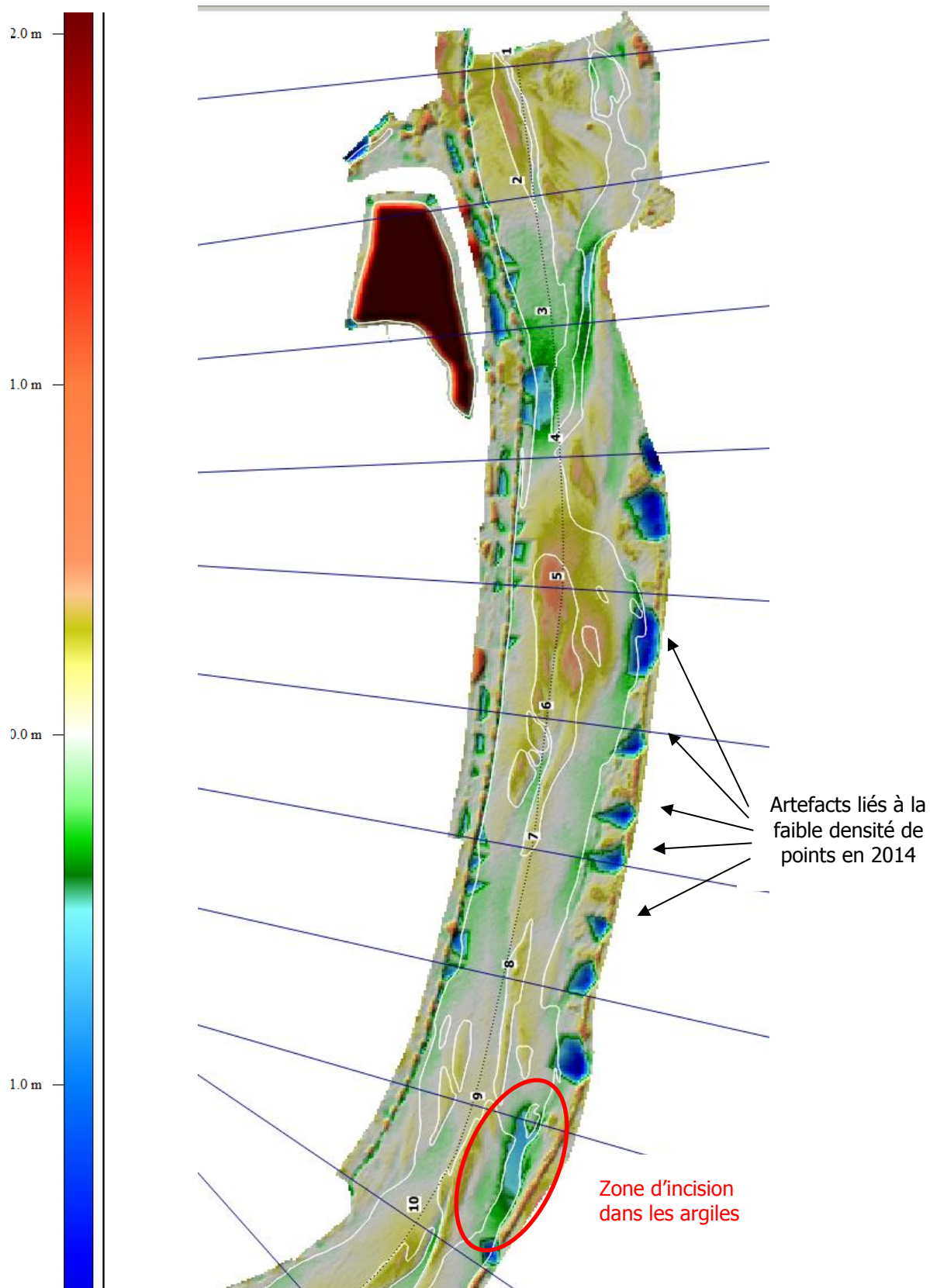


Figure 8 : Comparaison les MNT 2014 et 2015 – Secteur 1 le long de la digue du plan d'eau

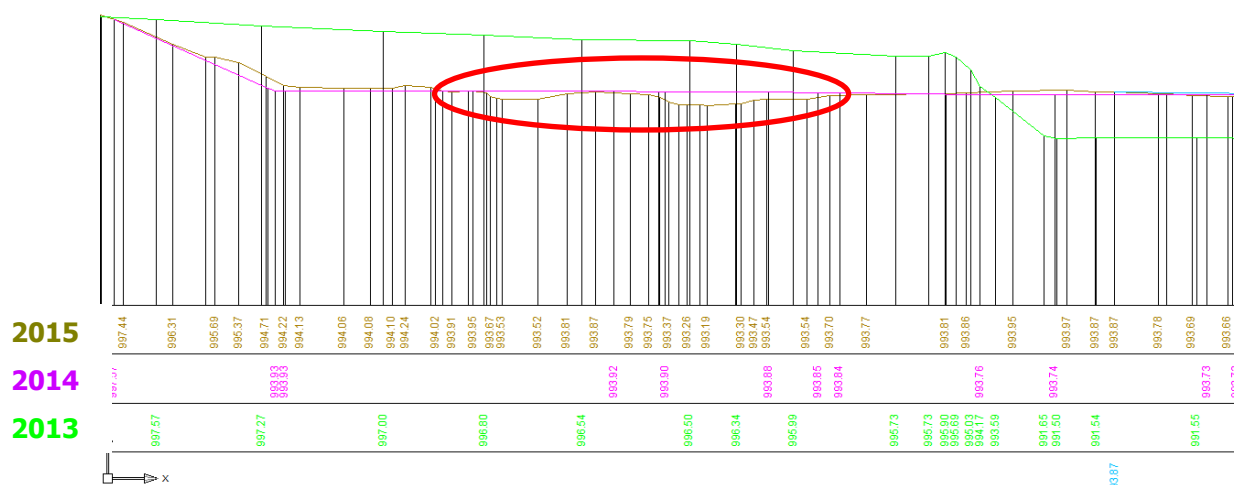


Figure 9 : Profil PT9 : Zone d'incision dans les argiles

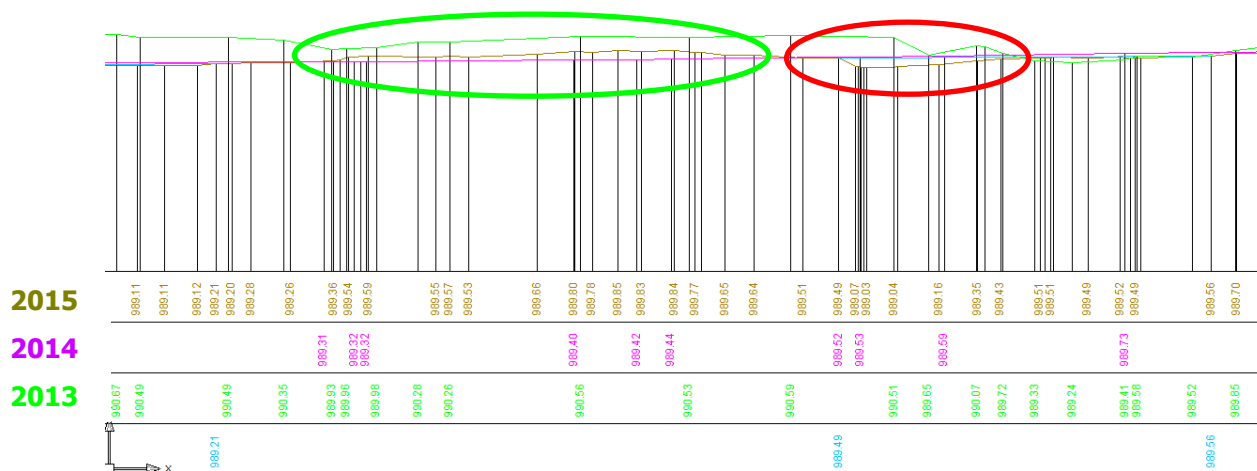


Figure 10 : Profil PT13 : Engrèvement en intrados (vert) et érosion locale (rouge)

► **Secteur 2 : Entre le plan d'eau et la STEP de Laye (PT11 à PT19)**

Dans ce secteur, les artéfacts d'altimétrie sont moins nombreux :

- On note quelques artéfacts localisés sur les marges et sur le cheminement en rive droite ;
- Une zone située au niveau du profil PT13 a été rechargée après avril 2014 et apparaît soit en blanc (zone non levée en 2014) soit avec une altimétrie rehaussée (zone en rouge).

En dehors d'une évolution locale, ce secteur a subi des évolutions moins marquées que le précédent (cf. Figure 12). Cela est en partie dû à la plus grande largeur de bande active restaurée (jusqu'à 160 m) :

- **Entre les profils PT11 et PT12**, le lit du Drac a très peu évolué en altimétrie avec une lame d'eau à l'étiage qui s'étale sur une grande largeur et des dépôts uniquement en intrados.
- **Entre les profils PT12 et PT13**, on note une évolution locale significative qui est probablement la combinaison de la présence d'un méandre marqué (dépôt en intrados) et du rétrécissement de la bande active au droit de la zone rechargée au PT13 (après le plan de récolement de 2014) et des apports d'un petit affluent de rive droite. Il s'en suit une légère incision du lit en amont de PT13, de 0,50 m au maximum, pour un volume de 200 m³ (cf. Figure 10), ce qui se traduit par le retour à un lit d'étiage unique.

L'engravement d'intrados atteint 0,55 m au maximum ; le volume accumulé est de 2300 m³ environ. Ce volume provient de l'érosion au PT13 et de l'érosion diffuse en amont. Cet engravement marque probablement la limite aval des apports du Drac en amont du secteur restauré, ce qui représente une distance maximale de 900 m.

- **Entre les profils PT14 et PT19**, le lit a subi de faibles évolutions morphologiques en altimétrie mais de fortes évolutions latérales. Les variations altitudinales du lit sont de 0,20 m en positif ou négatif en moyenne, ce qui est faible. Les érosions du lit les plus marquées sont au maximum de 0,50 m (profil PT15) ; les engravements atteignent 0,50 m au maximum et constituent quelques atterrissements émergés en étiage. En évolution latérale, une tresse est en cours de développement, avec la constitution de 3 ou 4 bras d'étiage qui ne sont pas encore bien individualisés du fait de l'étalement de la lame d'eau.

Ce secteur semble avoir fonctionné en autonomie sédimentaire sans apports significatifs des linéaires amont, et sans avoir alimenté le linéaire aval en sédiment. Une tresse est en cours de développement et va se traduire à l'avenir par une incision plus marquée de petits chenaux d'étiage.

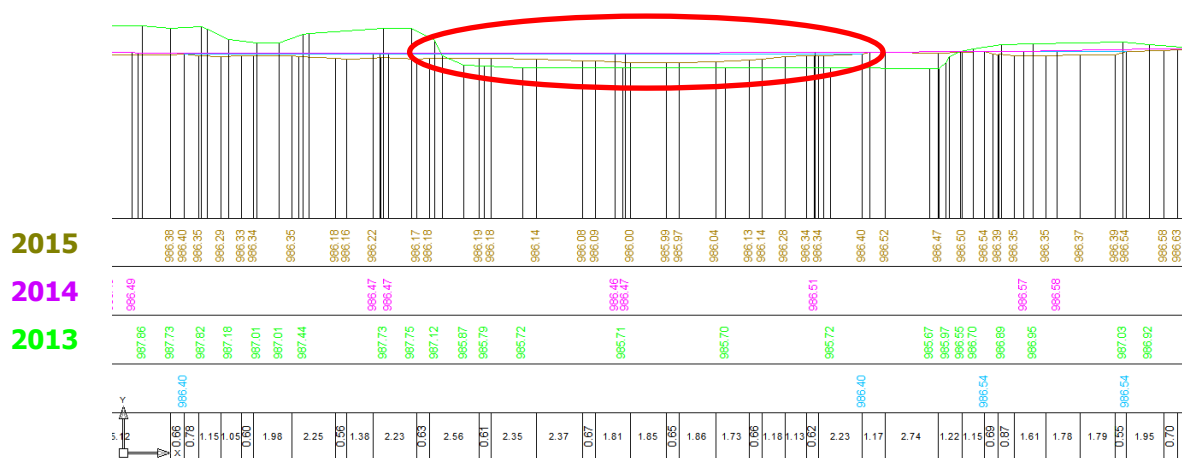


Figure 11 : Profil PT15 : Incision du lit (rouge)

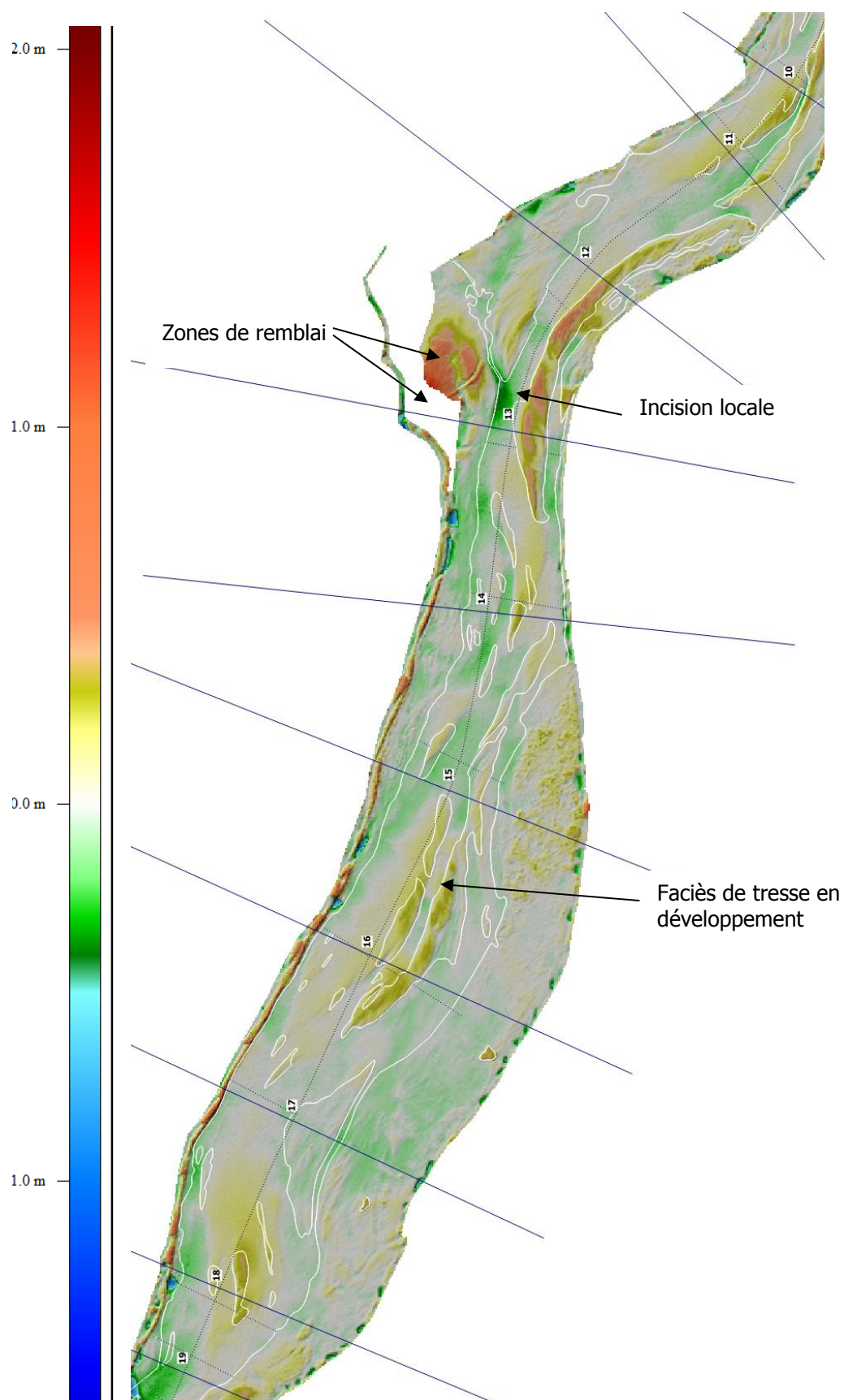


Figure 12 : Comparaison les MNT 2014 et 2015 – Secteur 2 entre le plan d'eau et la STEP de Laye

► Secteur 3 : Au droit et en aval de la STEP de Laye (PT19 à PT25)

Dans ce secteur, des artéfacts d'altimétrie sont présents localement :

- Sur les marges et sur le cheminement en rive droite ;
- La zone humide restaurée en rive droite avait fait l'objet de levés relativement lâches en 2014 qui n'étaient pas représentatifs des mares en dépression. Celles-ci apparaissent comme des zones en incision entre 2014 et 2015.

Le secteur subit des évolutions morphologiques marquées du fait du resserrement de la bande active (160 m en amont, 70 m au droit de la STEP de Laye, 130 m en aval) (cf. Figure 13):

- **Entre les profils PT19 et PT21**, le lit du Drac est organisé en 2 chenaux d'étiage qui se sont incisés au passage du resserrement du lit (0,30 m au maximum en rive gauche en PT21 ; 0,50 m en rive droite en PT20 et PT19) ; le volume de matériaux érodé peut être estimé à 1200 m³ ;

La zone humide située en rive droite a subi des débordements via une brèche dans le cordon fusible créé en limite de bande active du Drac. Les terrains situés dans la zone humide sont constitués d'argile et se sont facilement incisés avec ces débordements

- **Entre les profils PT21 et PT25**, le lit du Drac apparaît globalement à l'équilibre, comme dans le tronçon en amont de la STEP de Laye, et va jusqu'à former 4 bras d'étiage. Dans le détail, les chenaux en eau se sont légèrement incisés (0,30 m) et des bancs émergés (+0,40 m) se sont formés avec les matériaux érodés localement et issus des profils PT19 à PT21. Au profil PT25, un seul chenal s'est reformé, avec une lame d'eau étalée et peu incisée (0,20 m au maximum) et laisse penser à une rupture de la continuité sédimentaire à ce niveau.

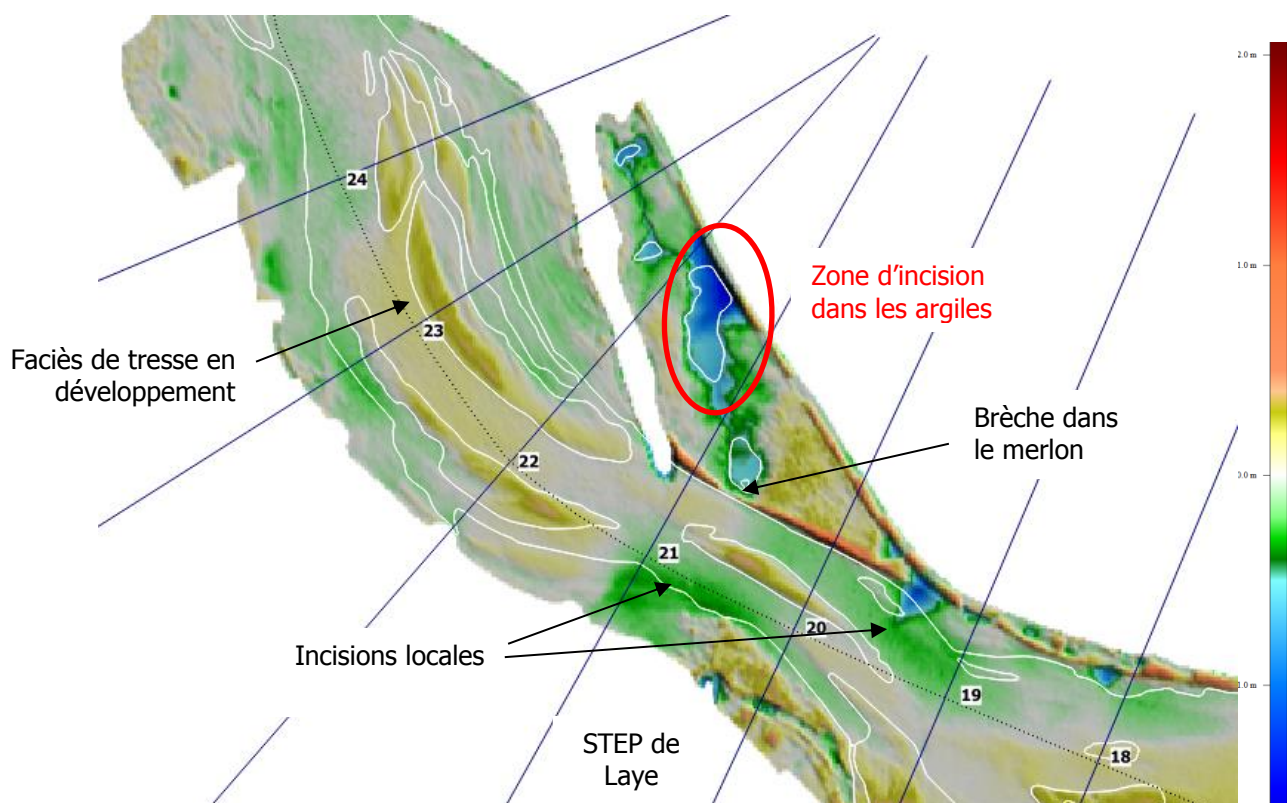


Figure 13 : Comparaison les MNT 2014 et 2015 – Secteur 3 au droit et en aval de la STEP de Laye

► Secteur 4 : Au droit du cône de déjection du Brutinel (PT25 à PT29)

Ce secteur ne présente pas d'artéfacts altérant l'analyse, en dehors du cheminement de rive droite.

Ce secteur présente un fonctionnement particulier du fait de la sur-largeur appliquée au lit restauré (jusqu'à 250 m) et de la présence du cône de déjection du Brutinel (cf. Figure 14) :

- **Le cône de déjection du Brutinel** apparaît clairement sur le MNT de comparaison. Il montre une aggradation de l'ordre de 1 m (jusqu'à 1,40 m au maximum) sur une superficie de 5800 m², soit environ 5000 m³ qui ont été apportés par le torrent lors de différentes crues entre avril 2014 et septembre 2015.
- **Entre les profils PT25 et PT29**, le Drac bénéficie d'une très grande stabilité en altimétrie du lit. Les incisions les plus marquées des lits d'étiage atteignent 0,20 m alors que les atterrissements atteignent 0,20 m en moyenne (0,40 m au maximum). Ces macroformes sont dues à des mobilisations locales des matériaux grossiers, sans apports depuis l'amont. Latéralement, le Drac évolue fortement, avec entre 2 et 6 bras d'étiage, attestant qu'un faciès en tresse est en cours de formation. L'un des bras d'étiage principal rejoint l'ancien lit du Brutinel dans la zone boisée ménagée au milieu du lit majeur, et ne semble plus menacer le remblai l'accès au pompage de la propriété Ferrero.
- **Au profil PT27**, en rive droite, on peut noter un début d'incision du fond argileux en exutoire de la zone humide.

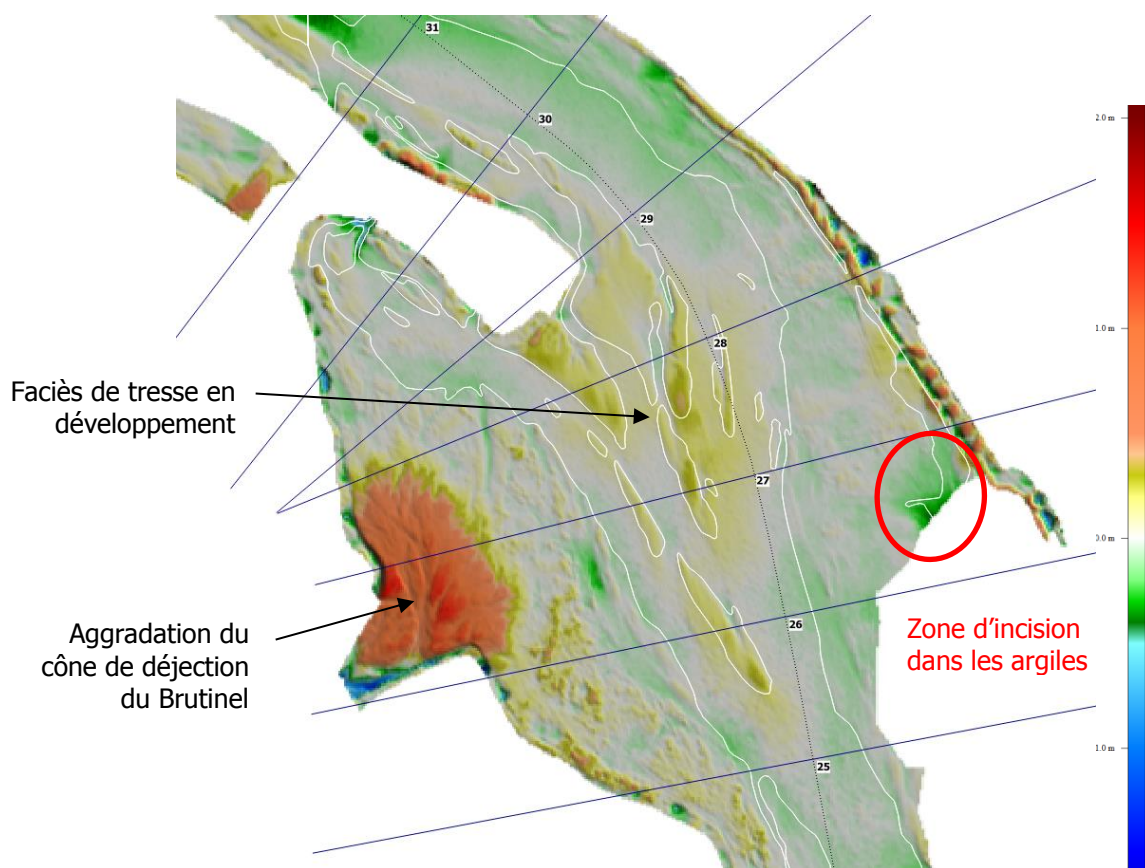


Figure 14 : Comparaison les MNT 2014 et 2015 – Secteur 4 au droit du cône de déjection Brutinel

► Secteur 5 : Au droit du camping du Gâ (PT29 à PT33)

Ce secteur ne présente pas d'artéfacts altérant l'analyse, en dehors du cheminement de rive droite et du bras secondaire du Drac en rive gauche.

Ce secteur présente un fonctionnement relativement homogène (cf. Figure 15) :

- **Entre les profils PT29 et PT31**, le Drac est en très légère incision (0,15 m) dans un large chenal d'étiage où la lame d'eau est très étalée. Des atterrissements ont commencé se former en intrados en rive gauche sur de petits dénivelés (0,10 m en moyenne, 0,25 m au maximum). Le lit est globalement en équilibre dans ce secteur.
- **Au profil PT31 et en aval**, le Drac reçoit les apports du bras de rive gauche qui a traversé la zone boisée, ce qui provoque localement un affouillement du lit sur 0,60 m de profondeur. Les matériaux grossiers se sont déposés essentiellement à proximité, en rive gauche, en constituant un petit atterrissement de 0,15 m de hauteur (0,25 m au maximum) ;
- **Au niveau de profil PT32 puis de PT33**, le lit garde une configuration incisée, de 0,30 m en moyenne dans un chenal principal très étalé. Les matériaux érodés se sont déposés en intrados, en rive gauche, sous forme d'un premier atterrissement étendu mais de faible relief (0,25 m au maximum). Ce banc est suivi en aval de bancs plus développés (PT34 et profils aval).
- **Dans le bras mort de rive gauche (PT32 à 34)**, les évolutions ne sont pas significatives.

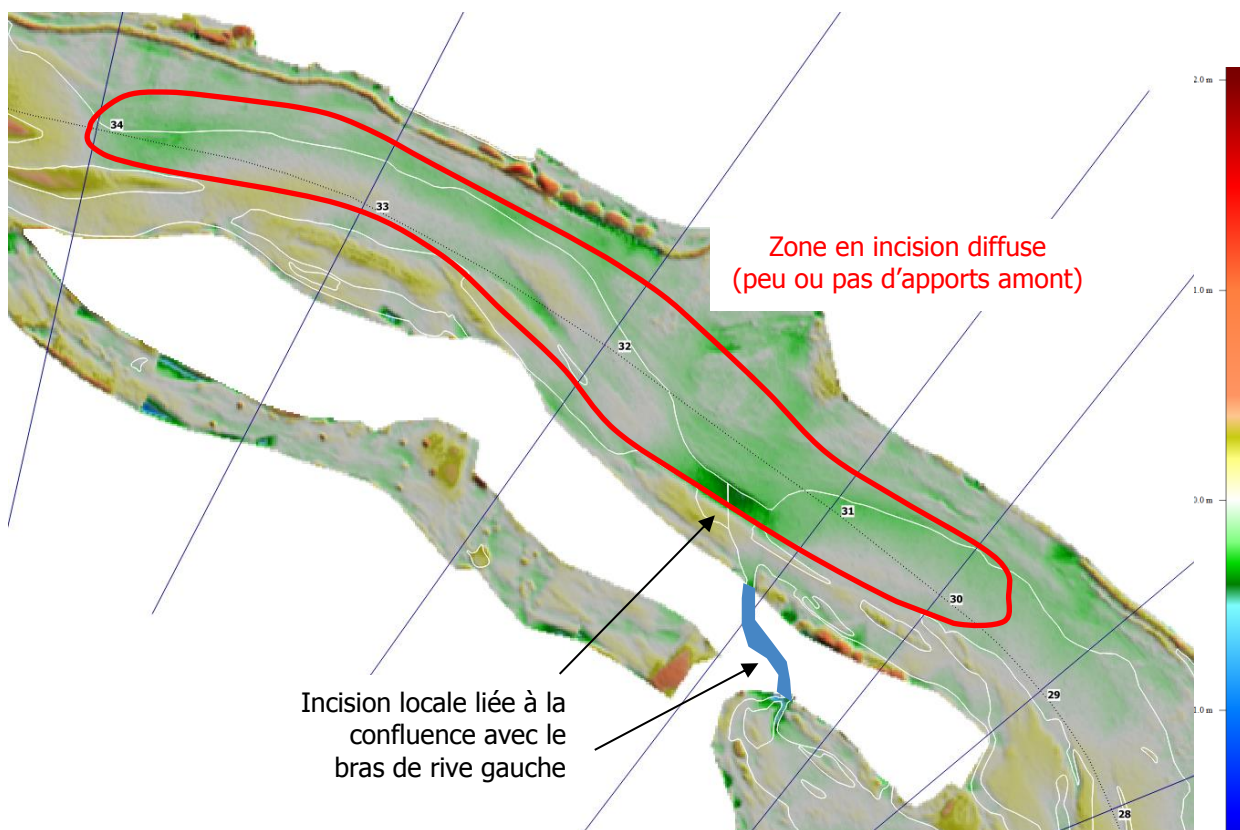


Figure 15 : Comparaison les MNT 2014 et 2015 – Secteur 5 au droit du camping du Gâ

► Secteur 6 : Du camping du Gâ au seuil de la déchèterie (PT33 à PT40)

Ce secteur présente plusieurs artéfacts altimétriques : sur le cheminement de rive droite et sur la rive gauche. Le reste de la bande active du Drac n'est pas affecté.

Ce secteur a été l'un des premiers secteurs à être actif après la réception des travaux. Cette activité est confirmée par les données topographiques et les ajustements morphologiques (cf. Figure 16) :

- **Entre les profils PT34 et PT35**, le Drac présente des bancs d'alluvions très développés (rehaussement moyen de 0,30 m et maximal de 0,50 m), avec environ 1 700 m³ déposés, et le développement d'une tresse à 2 ou 3 bras. Les matériaux semblent en priorité issus des zones en incision entre les profils PT30 et PT34. Ces phénomènes sont probablement une résultante de l'ajustement du profil en long au cours des travaux : en effet, le secteur PT34-PT40 avait été installé avec une pente globalement plus faible que l'objectif de 1% (environ 0,8-0,9 % pour la protection de la zone humide en rive droite), contre une pente supérieure de 1,1-1,2% sur le linéaire PT29-PT34.
- **Le Profil PT36 est relativement en équilibre**, avec un lame d'étalement sur toute la largeur de la bande active, ce qui démontre que les apports sédimentaires entre PT35 et PT37 sont a priori faibles ;
- **Entre les profils PT37 et PT40**, le lit semble en aggradation du fait des atterrissements qui se sont développés, avec une hauteur moyenne de 0,20 m et maximale de 0,50 m (environ 1000 m³ déposés). Cependant, en parallèle, des chenaux d'étiage se sont incisés, formant une tresse à 2 ou 3 bras principaux, avec des profondeurs maximales de 0,40 m en rive gauche et de 0,55 m en rive droite, ce qui a alimenté localement les atterrissements. L'érosion en rive droite est à surveiller vis-à-vis du cheminement. Au final, malgré la présence du seuil de la Déchèterie en aval, ce dernier tronçon est en équilibre relatif avec un faciès en tresse en cours de développement.

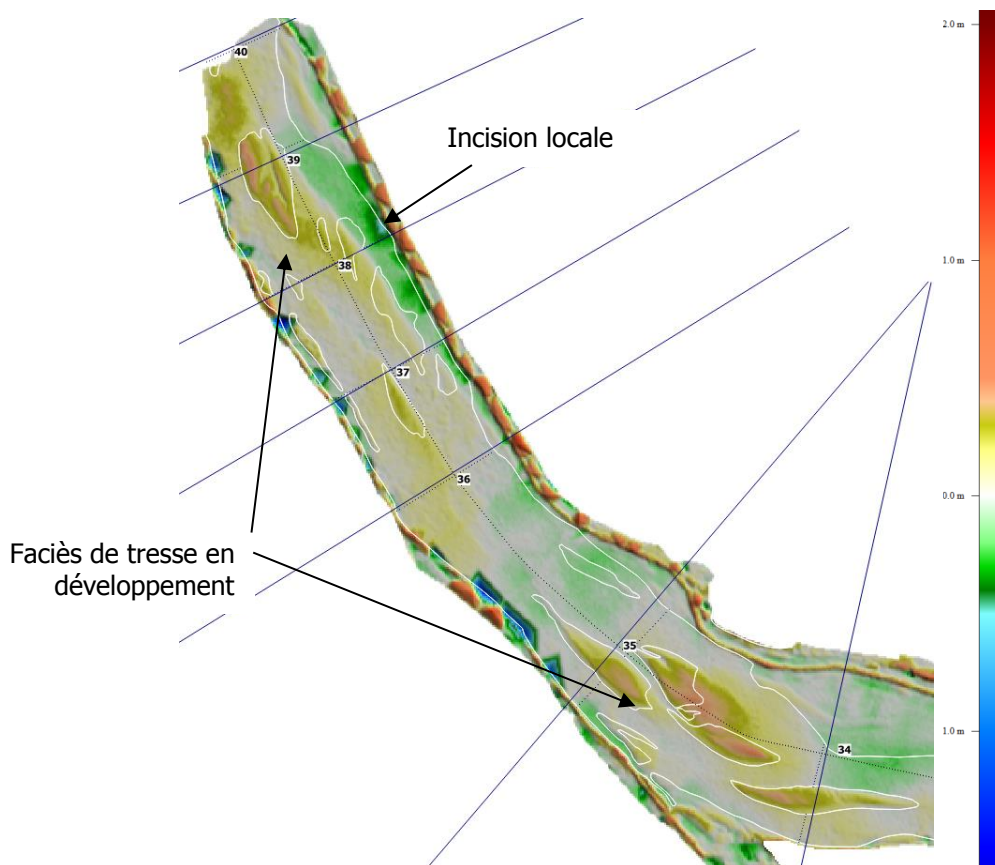


Figure 16 : Comparaison les MNT 2014 et 2015 – Secteur 6 du camping du Gâ au seuil Déchèterie

3.4 Conclusions de l'expertise sur le linéaire restauré

► Éléments d'interprétation sur l'état actuel

Les données acquises par LIDAR permettent d'avoir une très bonne vision des ajustements du lit du Drac sur les premiers mois après les travaux. La masse de données acquise est conséquente et les analyses menées ne sont qu'un premier niveau d'analyse qui mérite d'être complété et étayé.

On notera que 2 inconvénients nuisent l'interprétation des données :

- Quelques artéfacts d'altimétrie viennent perturber l'analyse des évolutions morphologiques. Ce point pourrait être résolu en définissant des lignes de rupture (pied de talus, haut de talus) sur le MNT de 2014 qui manque de précisions sur les marges du lit majeur et sur les ouvrages ;
- Le LIDAR n'apporte pas d'information sur la bathymétrie des fonds, ce qui fait que les rendus visuels sont légèrement trompeurs : par exemple, un secteur peut apparaître en exhaussement ; or, si la ligne d'eau est effectivement au-dessus de l'altitude post-travaux en 2014, le fond a pu s'inciser. Les profils en travers permettent alors de corriger l'analyse, avec toutefois une représentation géographique moins exhaustive.

A partir de l'analyse précédente par secteurs, on peut retenir les grands points suivants :

- **Depuis la réception du chantier de restauration (avril 2014) et sur une période de 18 mois (jusqu'en septembre 2015), le lit du Drac s'est déjà fortement ajusté** sur l'ensemble du linéaire, avec des phénomènes d'érosion, des dépôts, des divagations latérales, etc. Ces phénomènes ont répondu à une bonne crue morphogène (15/11/2015) et probablement plusieurs petites crues capables de remobiliser les sédiments ;
- **Les faciès attendus de tresses ou de chenal unique divagant** se développent sur plusieurs secteurs indépendants et vont poursuivre leur développement à mesure que les chenaux d'étiage vont s'inciser et que les atterrissements vont émerger. L'analyse montre que ces faciès se mettent en place à une échelle locale, par tronçons individualisés, sans qu'une continuité sédimentaire totale ne soit encore observée, ce qui donne un rôle prépondérant à la pente locale ;
- **Il est remarquable également de constater que les zones d'engravement se sont préférentiellement développées au niveau des points bas du lit restauré.** Ces points bas suivaient alors une sinuosité et correspondaient au point bas du V évasé donné à chaque section. Il est probable que le transport solide se soit déclaré préférentiellement dans ces points bas (hauteur d'eau la plus importante) avant que des dépôts ne se produisent lors de la rencontre d'une rupture de pente et dévient les écoulements préférentiels sur les côtés.

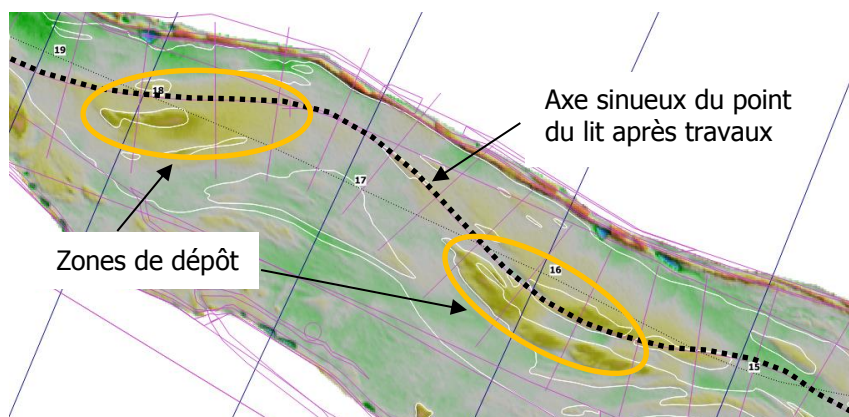


Figure 17 : Exemple de superposition entre les dépôts et l'axe sinueux initial du lit

• **Plusieurs facteurs** semblent déterminants comme variables de contrôle des ajustements :

- **Les apports solides amont** qui sont constatés au droit de l'ancien seuil du plan d'eau, ainsi qu'en aval. On estime à au minimum 2000 m³ les apports amont en considérant que leur transit aval s'est arrêté au profil PT7. Cependant, il est très probable que des particules aient transité jusqu'aux profils PT12-PT13 où s'est formé un dépôt important. A contrario, plus en aval, il est quasiment certain que les apports amont n'ont pas encore contribué à la morphologie ;
- **Les rétrécissements de bande active** accélèrent et amplifient les phénomènes d'érosion, et de dépôt en aval immédiat. C'est notamment le cas en amont du linéaire du plan d'eau (45 m de bande active au PT3 et PT4), au droit de la STEP de Laye (70 m au PT20 et PT21), et dans une certaine mesure en amont du seuil de la Déchèterie (70-80 m aux PT36 et PT37). Le rehaussement de la ligne d'eau au passage de ces rétrécissements, éventuellement couplé avec une pente locale plus forte installée lors des travaux (cas le long de la digue du plan d'eau), augmente la capacité érosive. Ces phénomènes méritent d'être surveillés mais ne sont pas inquiétants à ce jour, notamment parce qu'il est constaté que les matériaux sont arrachés dans un lit totalement alluvial, et qu'ils sont déposés immédiatement sur le côté ou en aval de la zone d'érosion ;
- **A contrario, les élargissements de bande active** ralentissent les phénomènes morphodynamiques. Ils conduisent néanmoins à former un faciès de tresses avec plusieurs chenaux (3 à 4 en général), et le phénomène va s'entretenir à la faveur de l'incision des chenaux d'étiage. Lors de la conception du projet, il était attendu que les chenaux d'étiage atteignent environ 80 cm de profondeur par rapport au fond moyen (établi en fin de chantier) ; cette profondeur n'est pas atteinte à ce jour puisqu'elle reste à 0,40-0,50 m en moyenne dans les sur-profondeurs, 0,70 m au maximum aux profils PT3-PT4. Les atterrissements sont en moyenne de l'ordre de 0,30 m, au maximum de 0,50-0,60 m ; il est probable qu'ils ne se rehaussent pas tant à l'avenir et ce que soit plutôt les chenaux d'étiage qui s'incisent.

La condition de sur-largeur de la bande active peut conduire à une rupture temporaire de continuité sédimentaire. Cela semble être le cas par exemple en amont de la STEP de Laye (PT14 à PT19) et au droit du cône de déjection du Brutinel (PT24 à PT29) où les sédiments ont pour l'instant tendance à plus s'accumuler qu'à alimenter le linéaire aval. Du fait de cette privation de sédiments, l'incision au droit de la STEP de Laye (PT20 et PT21) se développe d'autant plus, ainsi que l'incision diffuse au droit du camping entre les profils PT30 à PT34.

- **Les variations locales de pente** sont enfin un facteur d'ajustement du lit. En effet, on sait que, initialement, la pente visée pour le lit était de 1,0 % sur l'ensemble du linéaire. La protection de certains enjeux (zone humide en rive droite en aval du camping du Gâ) et la gestion du bilan déblais/remblais a conduit localement à faire évoluer les pentes. Deux secteurs sont principalement concernés :
 - En aval du plan d'eau, le profil en long a été abaissé de 0,20 à 0,40 m. Pour rattraper la pente en amont, une section à 2% a été mise en place au droit des profils PT3-PT4. C'est dans ce secteur, où la bande active est aussi la plus étroite, qu'on constate les phénomènes d'érosion ;
 - En amont du seuil de la Déchèterie, le profil en long a été ramené à une pente de 0,7-0,8 % jusqu'au profil PT34 de façon à abaisser le fond du lit. En amont du profil PT34, qui constitue le point d'inflexion du profil en long, la pente a été augmentée de façon à rattraper le profil en long objectif. On constate aujourd'hui une érosion diffuse du lit en amont de PT34 et des dépôts en aval de PT34.
- **Enfin, le substrat joue un rôle important dans les phénomènes.** Compte tenu de la recharge sédimentaire qui a été voulue au-dessus de l'horizon argileux, la majeure partie des phénomènes décrits précédemment ont lieu dans un lit alluvial grossier. Cependant, localement, l'érosion a pu atteindre l'horizon argileux. Plusieurs secteurs sont concernés :
 - Sur le linéaire aval des parcelles Robin, sur la rive gauche, face au plan d'eau (PT9 à 10), une érosion s'est déclarée et a commencé à affouiller dans l'horizon argileux. Ce secteur a bien été identifié par la CLEDA ;

- Sur le linéaire amont des parcelles Robin (en amont des épis, PT4 à 6), deux fosses d'affouillement semblent s'être déclarées dans l'argile et seront à surveiller ;
- Dans la zone humide face à la STEP de Laye (PT21), les débordements par-dessus le merlon fusible ont affouillé cette zone où l'argile affleure, ainsi que l'exutoire des écoulements en aval, au pied de la falaise du Tuve (PT27) ;
- Enfin, sur la rive gauche en amont du seuil de la déchèterie, il existe plusieurs suspicions d'apparition du substratum argileux entre les profils PT35 et 39), mais les récents engravements de la zone semblent avoir levé l'inquiétude.

► Éléments de bilan sédimentaire

Le bilan sédimentaire obtenu par différence des LIDAR 2015 et 2014 donne les résultats suivants à l'échelle du linéaire restauré :

- Volumes érodés : 24 000 m³ ;
- Volumes déposés : 14 600 m³.

Les volumes déposés, dans la mesure où il peut être considéré qu'il s'agit de généralement volumes hors d'eau, donnent une valeur exacte en altimétrie, qui n'a pas besoin d'être corrigée.

Les volumes érodés sont des volumes superficiels puisque calculés au-dessus de la surface en eau. En considérant une section moyenne d'écoulement de 5-6 m² (lame d'eau de 0,20 m sur 25 à 30 m de large ; valeurs qui pourraient être vérifiées précisément sur chaque transect), le volume complémentaire est de 20 000 m³. Le volume total érodé depuis la réception des travaux serait donc de 44 000 m³.

Le bilan sédimentaire total sur 2014-2015 serait donc évalué à - 30 000 m³. Ce volume représenterait une perte moyenne de 0,30 m à l'échelle des zones en eau.

Ce déstockage était prévisible puisqu'il résulte de la mise en place des lits d'étiage correspondants aux faciès en tresses ou méandrique (le faciès en V évasé de la réception de chantier n'était pas un style fluvial d'équilibre). A terme, c'est à cette condition de construction de style fluvial et de perte sédimentaire que les apports amont pourront transiter dans le tronçon restauré.

Cependant, un tel déficit de 30 000 m³ est surprenant dans la mesure où les analyses précédentes ne montrent pas de continuité sédimentaire en sédiments grossiers sur l'ensemble du linéaire.

Il serait donc pertinent d'analyser plus précisément la répartition géographique des volumes perdus. Par ailleurs, on pourrait préciser ces volumes à partir de la proportion d'éléments grossiers et d'éléments fins ; en effet, les matériaux rechargés comportaient une matrice limono-sableuse, qui constitue une proportion importante du volume (environ 1/3). Or, il semble difficilement possible que 20 000 m³ de sédiments grossiers soient sortis du système en aval alors que la continuité sédimentaire n'a pas lieu sur l'ensemble du linéaire.

Dans ces conditions, il est possible que le déstockage soit essentiellement un déstockage d'éléments fins (limons, sables, voire argile pour les zones concernées), libérés lors de la remise en mouvement de la tranche superficielles des alluvions, et que les volumes perdus soient remplacés par des sédiments grossiers. Une telle hypothèse expliquerait pourquoi le volume des atterrissements sur l'amont du linéaire, bénéficiant a priori d'apports amont, n'est que de l'ordre de quelques milliers de m³ alors que le transit annuel attendu sur le Drac est de l'ordre de 40 000 m³/an (BURGEAP, 2012).

Toutefois, cette explication serait à pondérer :

- d'une part par le fait que le tronçon entre le Pont de St-Julien et le plan d'eau a tendance à stocker des sédiments depuis que la drague Pascal a été fermée, et que l'amont immédiat de l'ancien seuil du plan d'eau avait commencé à s'inciser avant les travaux, ce qui implique que les apports amont dans le linéaire restauré sont probablement réduits ;
- d'autre part par le fait que le transport sédimentaire annuel montre une très grande variabilité et qu'une période hydrologique comme la période avril 2014 – septembre 2015, comportant une seule crue, peut présenter un transit sédimentaire bien en deçà de la moyenne de 40 000 m³/an.

► Tendances futures

La tendance future du site devrait donc voir :

- **La poursuite de la mise en forme des faciès en tresses et chenal méandriforme**, et le creusement de lit d'étiage jusqu'à un ordre de grandeur de 0,80 m de profondeur par rapport au profil en travers moyen. Cette profondeur des lits d'étiage et leur nombre donnera des indications sur la « santé » de la tresse (cf. Indice BRI* développé par l'IRSTEA). La mise en continuité du transit sédimentaire entre des tronçons actuellement déconnectés ; les points de rupture actuels de transit sédimentaire étant :
 - Le secteur en amont de la STEP de Laye (PT14 à PT19) ;
 - Le secteur au droit du cône de déjection du Brutinel (PT24 à PT29).
 - D'autres secteurs de blocage antérieur ont déjà commencé à transiter les sédiments : profils 11, 25, 36 ;
 - Le cône de déjection du Brutinel.
- **La poursuite des ajustements localisés** liés aux variations de largeur de bande active, pente et substrats. Les secteurs sensibles à surveiller, notamment vis-à-vis de l'apparition de l'argile, sont les suivants :
 - Incisions du lit au profil PT3, PT13, PT20-21, PT31-32, PT38
 - Parcelle Robin : secteur amont (PT4 à 6) et secteur aval (PT9 à 10) ;
 - Zone humide face à la STEP de Laye (PT21) et exutoire aval (PT27) ;
 - Rive gauche en amont de la Déchèterie (PT35 à 39).

Les questions qui se posent et qui devront faire l'objet des études à venir sont principalement les suivantes :

- Quels sont les apports sédimentaires amont ?
- Où et à quelle vitesse se forme les faciès en tresses ?
- Quelle est la vitesse de transit des particules sédimentaires et des macroformes ?
- Quels sont les volumes sortis du système en aval ?
- Quelle conséquence va avoir l'incision des chenaux d'étiage : découverture des argiles, découverture du seuil du plan d'eau ?

► Indicateurs de suivi à utiliser

Les indicateurs ci-dessous viennent confirmer et compléter les premiers indicateurs établis pour le projet de protocole de suivi :

- **Suivi hydrologique**
 - Chroniques de débits au pas de temps horaire ;
- **Suivi topographique et bathymétrie :**
 - Corrections à apporter au MNT de 2014 ;
 - LIDAR à intervalle rapprochés en étiage, pour les bilans sédimentaires. La fréquence annuelle représente un coût non négligeable mais nous semble nécessaire dans la mesure où au moins une crue morphogène a été observée ;

- Profils en travers (40) sur les emplacements définis dans le cadre de la présente mission ; également des profils en travers en amont et en aval du linéaire restauré (10 en amont, 10 en aval) ; calcul de l'indice BRI au niveau des profils en travers ;
- Tester le LIDAR sous-fluvial ? ;
- Photographie aériennes géoréférencées ; photographies obliques ;
- **Suivi morphologique terrain comprenant :**
 - Transpondeurs (pit-tags) émetteurs à haute fréquence sous forme de transects de façon à identifier les vitesses de transit des particules. A installer sous forme de transects (5 transects et 30 pit-tags chacun) et à suivre après chacune morphogène ;
 - Repérage des zones de découverte des argiles ;
 - Granulométries sous forme de transects (protocoles EVHA et Wolman) ;
 - Mise en place de chaîne d'érosion pour déterminer la tranche d'alluvions remise en mouvement lors des crues ;
 - Parcelles peintes pour la remise en mouvement des particules ;
 - Frayères potentielles et/ou actives ;
 - Degré de colmatage des alluvions et/ou des frayères ;
 - Connectivité des affluents ;
- **Suivi biologique :**
 - Poissons ;
 - Macro-invertébrés ;
 - Espèces invasives ;
 - Boisements de berge ;
 - Inventaires faune/flore : oiseaux, batraciens, odonates, etc.

BIBLIOGRAPHIE

BURGEAP (2009)	Expertise post-crue et schéma d'aménagement du Drac suite aux crues de 2006 et 2008
BURGEAP (2012)	Avant-projet de restauration du lit du Drac en amont de St-Bonnet en Champsaur par recharge sédimentaire
BURGEAP (2013)	Etude d'impact du projet de restauration du lit du Drac en amont de St-Bonnet en Champsaur par recharge sédimentaire
EGIS (2012)	Projet de passes à poissons « naturelles » - Franchissabilité de deux seuils sur le Drac
ETRM (2012)	Évolutions du lit du Drac au droit du plan d'eau en novembre 2011 et principes d'aménagements
ETRM / CCEau (2010)	Plan de gestion et d'entretien du lit du Drac et de ses principaux affluents
TEREO (2012)	Recharge sédimentaire du Drac - Expertise écologique préalable
GEOLITHE (2012)	Sondages de reconnaissances et mesures géophysiques
CLEDA (2012)	SAGE du Drac amont – Plan d'aménagement et de gestion durable
CLEDA (2010)	Contrat de Rivière du DRAC AMONT
GIREAU (2011)	Etude des milieux aquatiques du Drac
Malavoi (2008)	Le DRAC et ses principaux affluents - Synthèse des données sur le fonctionnement hydromorphologique et le transport solide
HYDRETUDES (2011)	Etude d'élargissement du lit du Drac en amont de Saint Bonnet en Champsaur - Etude de faisabilité
SAFEGE (2012)	Quantification des ressources existantes – Reconstitution de l'hydrologie non influencée - Étude des volumes prélevables du Drac amont
SOGREAH (2001)	Etude complémentaire pour le SAGE du Haut Drac – Gestion des milieux physiques et naturels
SOGREAH (2009)	Plan d'eau du Champsaur – Dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau
SOGREAH (2009)	Plan d'eau du Champsaur – Définition d'un schéma d'aménagement post-crue d'Octobre 2006
SOGREAH (2009)	Plan d'eau du Champsaur – Définition d'un schéma d'aménagement post-crue d'Octobre 2006. Complément (volet sûreté).
SOGREAH (2008)	Actualisation de l'étude morphologique post-crue d'Octobre 2006
SOGREAH (2006)	Etude actualisée de gestion des milieux physiques du Drac amont
TETHYS (2011)	Rapport d'étude géologique - Détermination des zones potentielles de prélèvement de matériaux

Géomètres Toutlemonde-
Bontoux (2013)

Analyse foncière dans le cadre de la restauration du DRAC

VISU 2013

Etude d'impact faune/flore du projet de restauration du lit du Drac en
amont de St-Bonnet en Champsaur par recharge sédimentaire

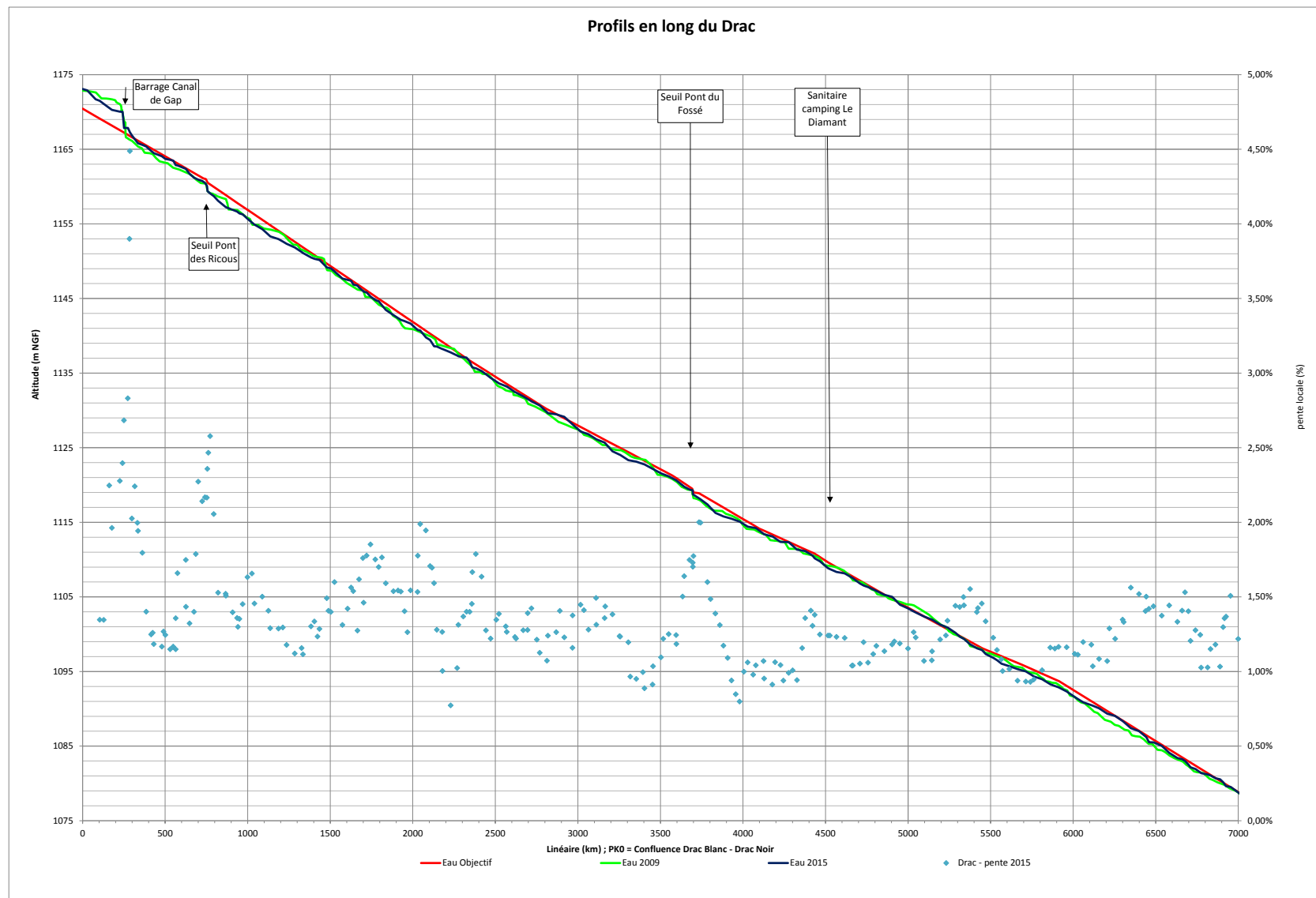
VISU 2013b

Dossier de demande de dérogation auprès du CNPN pour destruction
d'espèce protégée. Projet de restauration du lit du Drac en amont de St-
Bonnet en Champsaur par recharge sédimentaire

FIGURES

Figure 1 : Exemple d'axe du lit retenu pour le Drac dans un secteur en tresses.....	5
Figure 2 : Profil en long général du Drac Blanc.....	7
Figure 3 : Profil en long général du Drac	9
Figure 4 : Profils en long du Drac sur le secteur des travaux de restauration.....	12
Figure 5 : Exemple d'artefacts sur le MNT de 2014 lié à une faible densité de points en pied de talus	13
Figure 6 : Comparaison les MNT 2013 et 2015 – vue globale	15
Figure 7 : Comparaison les MNT 2014 et 2015 – vue globale et sectorisation	16
Figure 8 : Comparaison les MNT 2014 et 2015 – Secteur 1 le long de la digue du plan d'eau	18
Figure 9 : Profil PT9 : Zone d'incision dans les argiles.....	19
Figure 10 : Profil PT13 : Engravement en intrados (vert) et érosion locale (rouge)	19
Figure 11 : Profil PT15 : Incision du lit (rouge).....	20
Figure 12 : Comparaison les MNT 2014 et 2015 – Secteur 2 entre le plan d'eau et la STEP de Laye	21
Figure 13 : Comparaison les MNT 2014 et 2015 – Secteur 3 au droit et en aval de la STEP de Laye	22
Figure 14 : Comparaison les MNT 2014 et 2015 – Secteur 4 au droit du cône de déjection Brutinel.....	23
Figure 15 : Comparaison les MNT 2014 et 2015 – Secteur 5 au droit du camping du Gâ	24
Figure 16 : Comparaison les MNT 2014 et 2015 – Secteur 6 du camping du Gâ au seuil Déchèterie	25
Figure 17 : Exemple de superposition entre les dépôts et l'axe sinueux initial du lit	26

Annexe 1. Profils en long du Drac



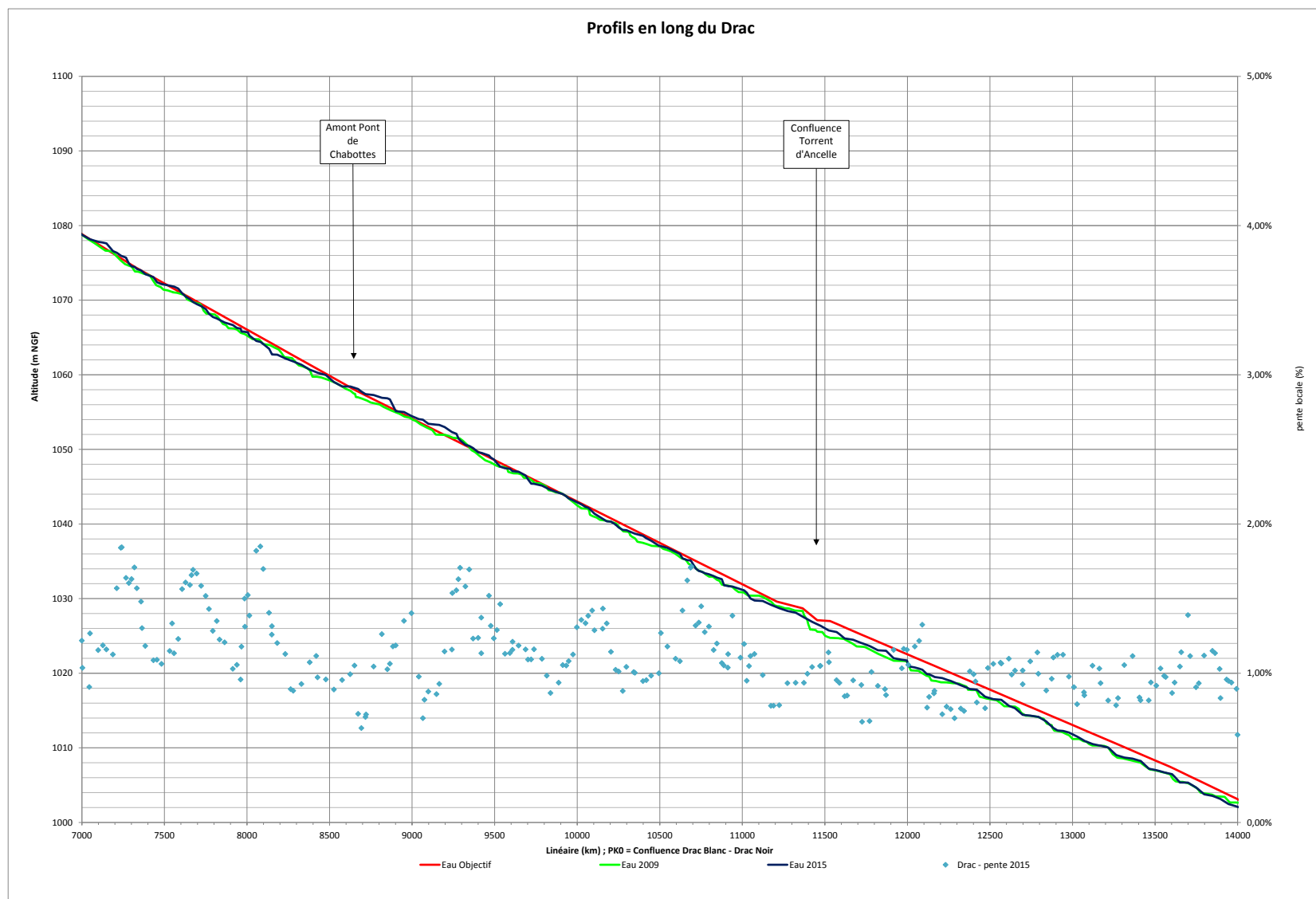
Réf : CEAUCE151650 / REAUSE01787-03

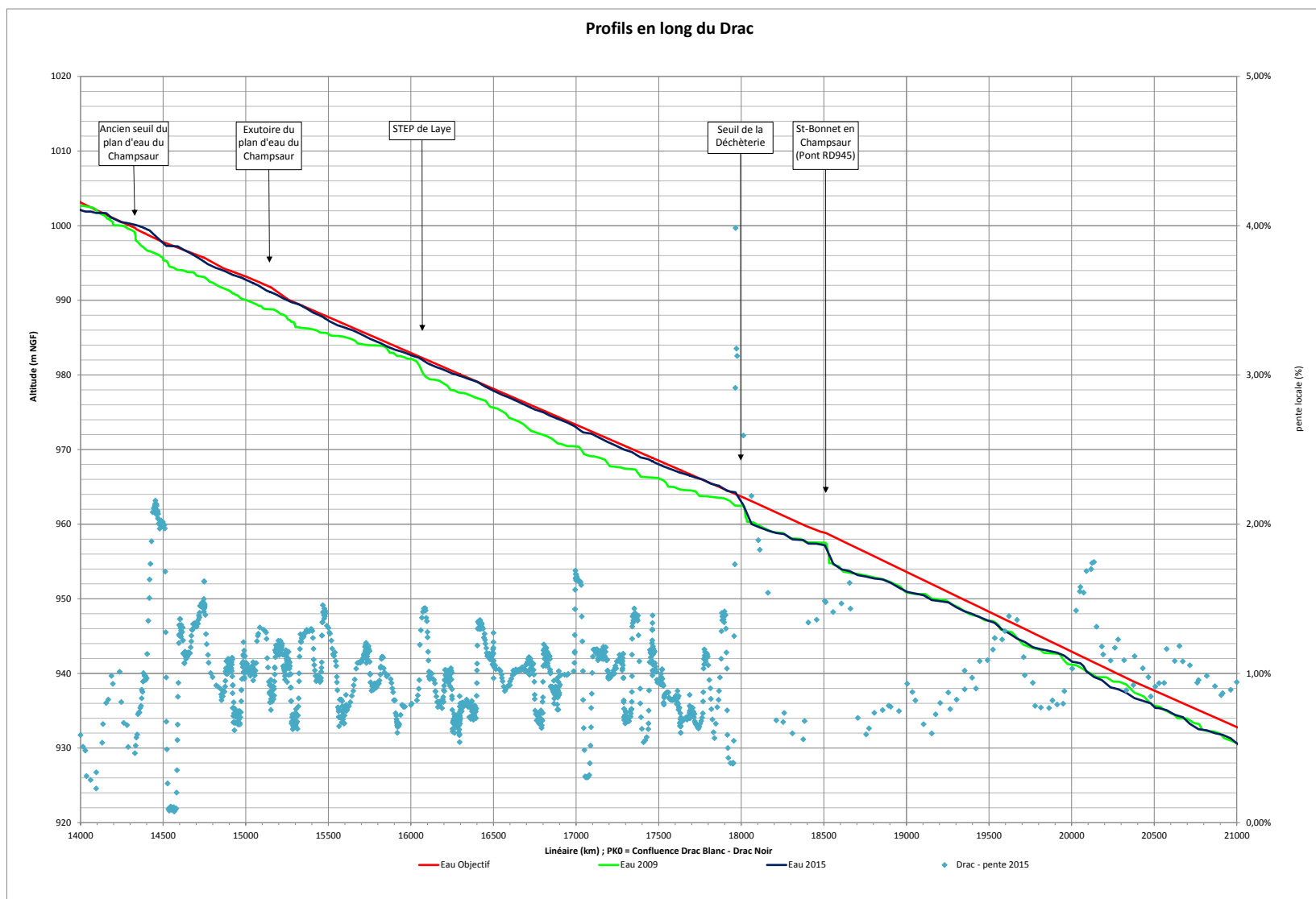
EGU-FLA

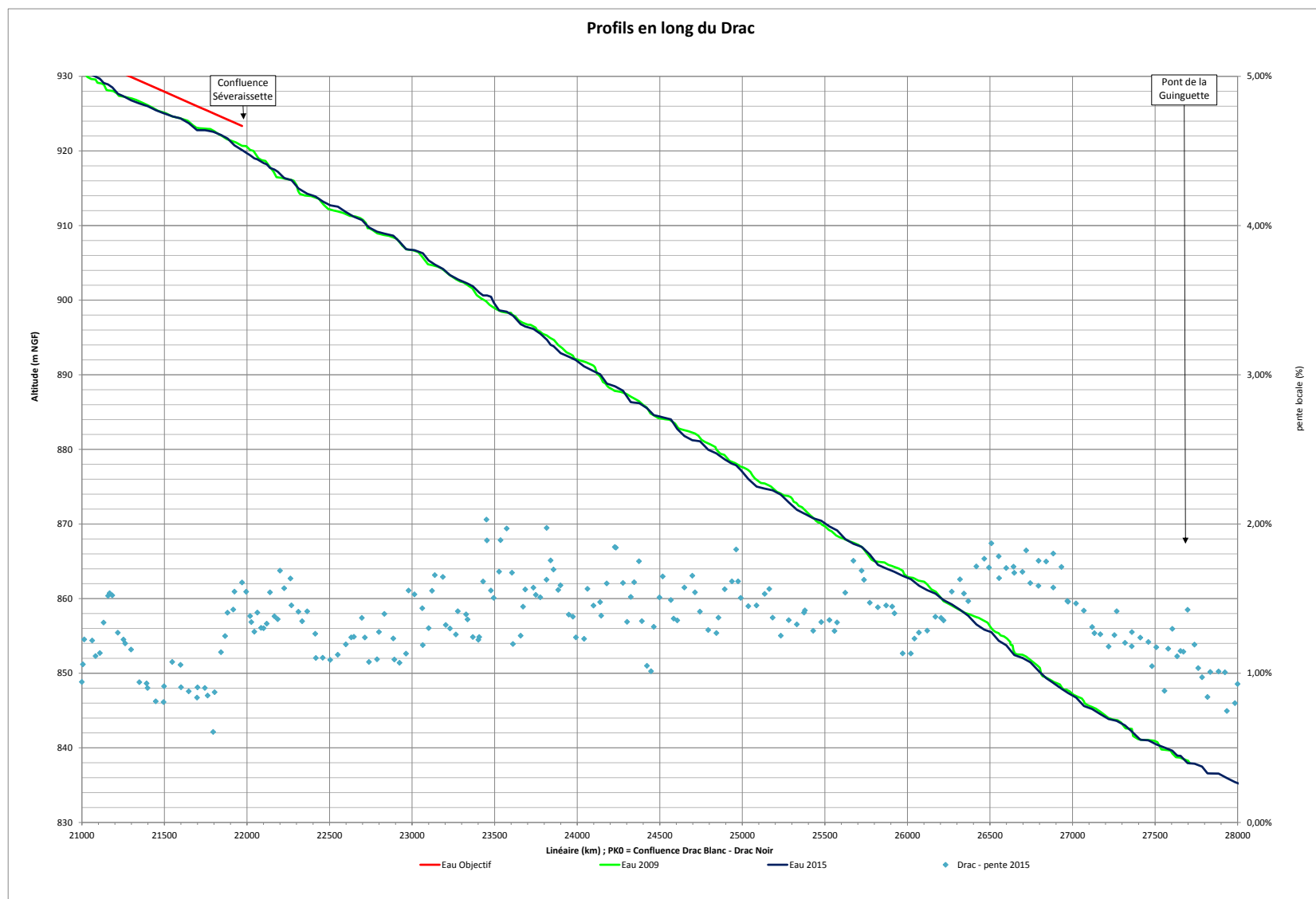
9/03/2016

Page 34/38

bgp200/6







Réf : CEAUCE151650 / REAUSE01787-03

EGU-FLA

9/03/2016

Page 37/38

bgp200/6

