



Maître d'ouvrage

Fédération de pêche de l'Ardèche
16 Avenue Paul Ribeyre
Villa la Favorite
07600 Vals les Bains

Rétablissement de la continuité écologique au droit du seuil Dugradus (ROE 21 328) sur l'Ardèche

Etat des lieux/Diagnostic et avant-projet



140 rue Pierre Valdo
69005 Lyon
Tél : 06 82 69 69 35
Mail : pl@graineau.com



SIGOSPHERE

GESTION DE RIVIERES
SIG - CARTO - TOPO - DESSIN TECHNIQUE

1 bis Montée des Forts
69300 Caluire et Cuire
Tél : 04 27 78 23 80
Mobile : 06 89 09 96 61
Mail : srobresco@sigosphere.com
Site internet : www.sigosphere.com

Avec le soutien financier de :



agence
de l'eau
RHÔNE MÉDITERRANÉE
CORSE

établissement public de l'État

Sommaire

1.	Cadre général d'intervention	6
1.1	Contexte de l'étude	6
1.2	Directive Cadre européenne sur l'Eau.....	6
1.3	Objectif de l'étude.....	6
1.4	Contexte géographique.....	6
1.5	Contexte hydrologique.....	8
1.5.1	Débits sur l'Ardèche à la station de Pont de Labeaume	8
1.5.2	Débits sur l'Ardèche au droit du seuil Dugradus.....	9
1.6	Contexte géologique	10
1.7	Sites naturels remarquables.....	10
1.7.1	Site Natura 2000.....	10
1.7.2	ZNIEFF	11
2.	Phase 1 – Etat des lieux/Diagnostic.....	13
2.1	Diagnostic morphologique du secteur	13
2.2	Diagnostic de l'ouvrage	14
2.2.1	Levés topographiques	14
2.2.2	Modélisation hydraulique	20
2.2.3	Evaluation du transit sédimentaire	23
3.	Phase 2 – Effacement du seuil.....	24
3.1.1	Démantèlement du seuil	24
3.1.2	Prise en compte des problématiques liées au seuil	24
3.1.3	Mode opératoire pour l'effacement du seuil Dugradus	26
3.1.4	Modalités pour l'effacement du seuil	26
3.2	Modalités de gestion du lit mineur avec l'effacement du seuil	28
3.2.1	Gestion du radier en amont du seuil.....	28
3.2.2	Gestion de l'atterrissement en aval du seuil.....	30
3.3	Techniques mises en œuvre pour l'effacement du seuil et restauration du lit mineur sur le secteur.....	35
3.3.1	Mise en œuvre de l'effacement du seuil actuel	35
3.4	Modélisation hydraulique du scénario d'effacement	36
4.	Chiffrage du projet d'effacement du seuil Dugradus	37

4.1	DQE des investissements.....	37
4.2	DQE du fonctionnement sur un cycle de 50 ans	38
4.3	Récapitulatif du chiffrage	38
5.	Modification compensatoire au seuil Dugradus	38
5.1	Atteintes des objectifs.....	38
5.1.1	La continuité écologique	39
5.1.2	Amélioration du fonctionnement naturel de la rivière	39
5.1.3	Maintien des usages touristiques et sportifs du secteur	39
5.1.4	Maintien des usages sportifs de canoë	39
5.1.5	Etablissement d'un projet humainement acceptable pour la population riveraine de l'Ardèche 42	
6.	Montage du projet Dugradus	42
6.1	Coût du projet d'effacement du seuil Dugradus	42
6.2	Financement du projet d'effacement du seuil Dugradus.....	42

Liste des figures

Figure 1 : Localisation du bassin versant de L'Ardèche et localisation du seuil (en rouge sur la carte). <i>Source : ROE, BD Carthage, IGN et fond ASTER</i>	7
Figure 2 : Photographies du seuil Dugradus en novembre 2017	7
Figure 3 : Site Natura 2000 dans le bassin versant de l'Ardèche	11
Figure 4 : Localisation des ZNIEFF 1 et 2 dans le bassin versant de l'Ardèche.....	12
Figure 5 : Photographie du plan d'eau, en amont du seuil	13
Figure 6 : Photographies du banc de galets, en aval du seuil. Photographie de gauche : Vue de l'amont du banc. Photographie de droite : Granulométrie grossière sur le banc <i>Source : SIGosphère</i>	14
Figure 7 : Photographie aérienne de la morphologie de l'Ardèche, de part et d'autre du seuil	14
Figure 8 : Plan de masse général du seuil Dugradus	16
Figure 9 : Plan de masse du seuil et du banc aval	17
Figure 10 : Profil en long de l'Ardèche – Zoom sur le seuil Dugradus.....	18
Figure 11 : Localisation des multiples échancrures dans la crête du seuil.....	18
Figure 12 : Localisation des multiples échancrures dans la crête du seuil.....	19
Figure 13 : Ancienne prise d'eau, en rive gauche de l'Ardèche (vue depuis l'aval)	19
Figure 14 : Photographie de la passe à kayak	20
Figure 15 : Résultat de la modélisation hydraulique sur le profil en long – Etat initial	21
Figure 16 : Résultat de la modélisation hydraulique sur le seuil – Etat initial	22
Figure 17 : Granulométrie de colmatage composée de sables et graviers (10 à 30 mm).....	23
Figure 18 : Ancien canal et mur de soutènement de la route.....	25
Figure 19 : Photographie du plan d'eau naturel en aval du seuil et en aval du banc alluvial actuel	26
Figure 20 : Secteur où le seuil sera supprimé (cercle rouge)	27
Figure 21 : Vue aérienne du radier en jaune à maintenir en amont.....	29
Figure 22 : Schéma de mise en œuvre des travaux sur l'atterrissement.....	31
Figure 23 : Nouvelle configuration de la rivière après travaux – Vue générale	33
Figure 24 : Nouvelle configuration de la rivière après travaux – Zoom sur la mise en place des radiers	34
Figure 25 : Détail Quantitatif estimatif des travaux.....	37
Figure 26 : Photographies de la passe à canoë et du plan d'eau en amont du seuil	40
Figure 27 : Illustration du plan d'eau aval et de la plage en rive droite pour le canoë.....	40
Figure 28 : Localisation de la zone d'entraînement des canoës après travaux.....	41

Liste des tableaux

Tableau 1 : Débits moyens journaliers de l'Ardèche au Pont de Labeaume pour différentes occurrences de crues <i>Source : Banque Hydro</i>	8
Tableau 2 : Débits instantanés maximaux pour différentes occurrences de crues sur l'Ardèche au Pont de Labeaume. <i>Source : Banque Hydro</i>	9
Tableau 3 : Débits instantanés maximaux de l'Ardèche au droit du seuil Dugradus et estimée à partir de la formule de Myer.....	9
Tableau 4 : Débits moyens journaliers de l'Ardèche au droit du seuil Dugradus et estimée à partir de la formule de Myer.....	10
Tableau 5 : Débits instantanés maximaux de l'Ardèche au droit du seuil Dugradus et estimée à partir de la formule de Myer.....	21
Tableau 6 : Hauteur d'eau au droit du seuil pour la modélisation état initial	22
Tableau 7 : Résultat de la modélisation après-travaux et comparaison avec l'état initial.....	36

1. Cadre général d'intervention

1.1 Contexte de l'étude

La fédération de pêche de l'Ardèche souhaite rétablir la continuité écologique de l'Ardèche au droit du seuil Dugradus, sur la commune d'Aubenas. Ce rétablissement s'inscrit dans les obligations édictées par la Directive Cadre sur l'Eau.

1.2 Directive Cadre européenne sur l'Eau

La directive du 23 octobre 2000 (DCE – 2000/60/CE et transposée en droit français le 21 avril 2004) adoptée par le Conseil et par le Parlement européen définit un cadre pour la gestion et la protection des eaux par grand bassin hydrographique au plan européen. Cette directive joue un rôle stratégique et fondateur en matière de politique de l'eau. Elle fixe en effet des objectifs ambitieux pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles (eaux douces et eaux côtières) et pour les eaux souterraines.

La directive cadre donne la priorité à la protection de l'environnement et à une utilisation durable de l'eau, en demandant de veiller à la non-dégradation de la qualité des eaux, par le biais de plans de gestion démarrant en 2010. L'objectif est d'atteindre d'ici 2015 un bon état général tant pour les eaux souterraines que pour les eaux superficielles. Des dérogations, comme des reports d'échéance ont été mises en place lorsque les objectifs ne sont pas atteints.

1.3 Objectif de l'étude

L'objectif de l'étude est de travailler sur un scénario d'effacement du seuil.

1.4 Contexte géographique

L'Ardèche est un affluent cévenol du Rhône. Elle mesure 125 km et draine un bassin versant de 2 376 km². Le seuil Dugradus se situe sur la commune d'Aubenas, en amont du bassin versant.

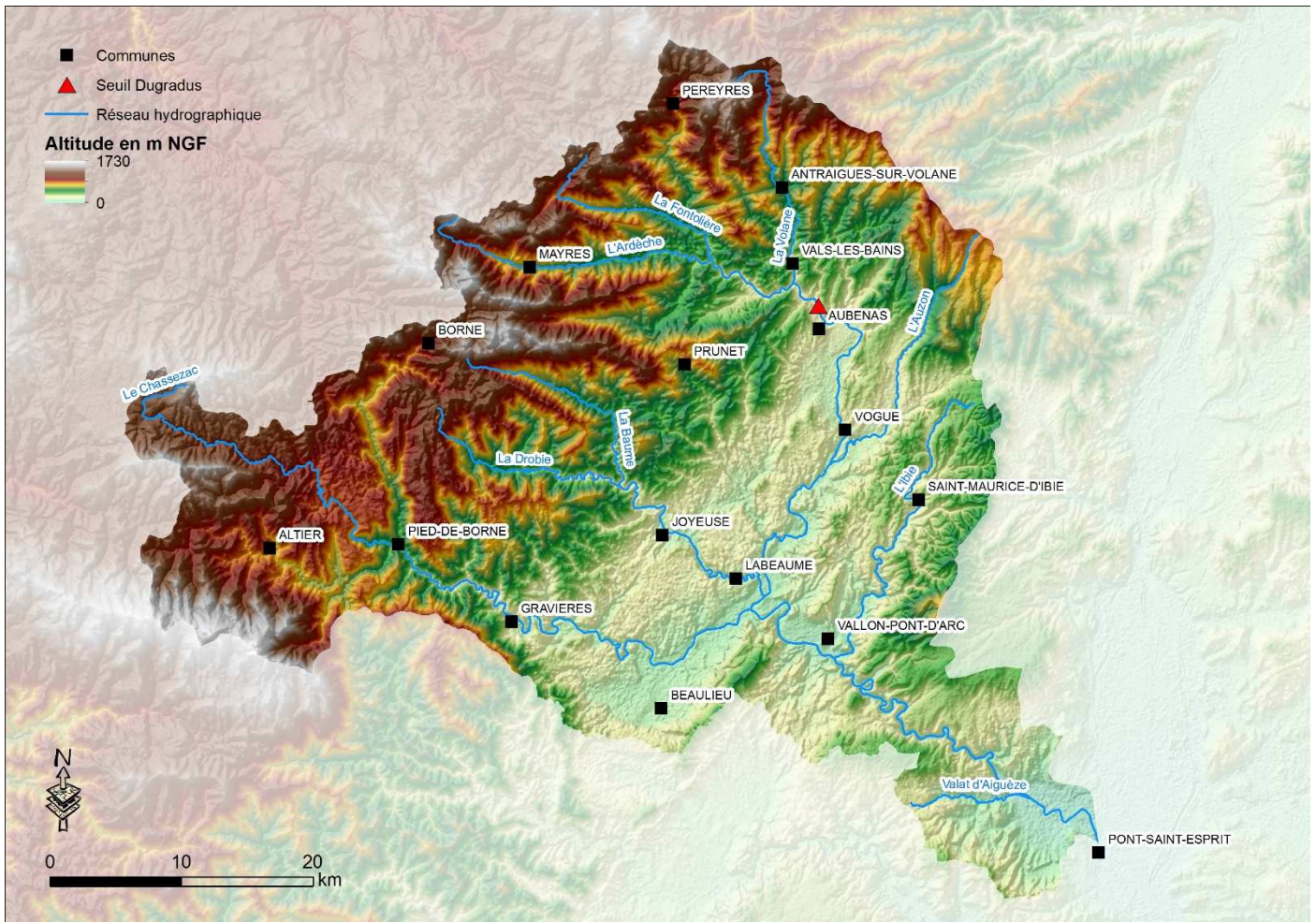


Figure 1 : Localisation du bassin versant de L'Ardeche et localisation du seuil (en rouge sur la carte).
Source : ROE, BD Carthage, IGN et fond ASTER

Le seuil est référencé dans le ROE (Référentiel des Obstacles à l'écoulement) sous le numéro 21 328.



Figure 2 : Photographies du seuil Dugradus en novembre 2017

1.5 Contexte hydrologique

1.5.1 Débits sur l'Ardèche à la station de Pont de Labeaume

L'Ardèche se caractérise par un régime pluvial cévenol. Ce régime induit des crues potentiellement très violentes en automne et des étiages très sévères en été. D'après le Contrat de Rivière « Ardèche et affluents d'amont » de 2007, les crues torrentielles sont le résultat de plusieurs facteurs :

- Un régime climatique méditerranéen de montagne caractérisé par des pluies cévenoles sur le Haut Plateau du Vivarais, souvent brèves et violentes,
- Une pente forte du Haut-Bassin et un réseau hydrographique concentré, qui accélèrent l'écoulement,
- L'action aggravante des nombreux affluents au profil en long semblable (forte pente en amont),
- Une imperméabilité des surfaces de ruissellement en amont.

Le site d'étude se situe à proximité de la station du Pont d'Ucel (V501403001) mais cette dernière ne bénéficiant pas d'un temps d'observation assez long (1999-2018), aucune information concernant les débits caractéristiques n'est disponible. Nous prendrons donc les débits de la station de Pont-de-Labeaume (V501404001) comme base de calcul des débits, au droit du seuil Dugradus.

Tableau 1 : Débits moyens journaliers de l'Ardèche au Pont de Labeaume pour différentes occurrences de crues
Source : Banque Hydro

Fréquence de retour	Débits moyens journaliers ($m^3 \cdot s^{-1}$)	Période
Q ₂	220	1965-2018
Q ₅	320	1965-2018
Q ₁₀	390	1965-2018
Q ₂₀	450	1965-2018
Q ₅₀	530	1965-2018
Q ₁₀₀	-	1965-2018
QMNA ₅	12	1965-2018
Module	16.4	1965-2018

Le **Tableau 1** montre les débits caractéristiques de l'Ardèche à la station de Pont de Labeaume selon les données de la Banque Hydro. Noter que la Q₁₀₀ n'a pas été calculée car le temps d'observation est trop court.

Noter enfin que pour la modélisation hydraulique, nous utiliserons les débits instantanés maximaux afin de prendre en compte les plus hautes eaux (*cf. Tableau 2*).

Tableau 2 : Débits instantanés maximaux pour différentes occurrences de crues de l'Ardèche au Pont de Labeaume
Source : Banque Hydro

Fréquence de retour	Débits instantanés maximaux (m ³ .s ⁻¹)	Période
Q ₂	410	1965-2018
Q ₅	610	1965-2018
Q ₁₀	740	1965-2018
Q ₂₀	860	1965-2018
Q ₅₀	1000	1965-2018
Q ₁₀₀	-	1965-2018

Le **Tableau 2** montre les débits instantanés maximaux de l'Ardèche, au droit de la station de Pont de Labeaume. Ce sont ces débits qui, ramenés au droit du seuil Dugradus, seront utilisés pour la modélisation hydraulique.

1.5.2 Débits sur l'Ardèche au droit du seuil Dugradus

Les débits de l'Ardèche ont été calculés, au droit du seuil Dugradus, grâce à la formule de Myer. Ces derniers ont été estimés à partir des débits de la station de Pont de Labeaume.

La formule de Myer indique que le rapport de débits entre 2 stations est égal au rapport de la surface du bassin versant au droit de ces 2 stations, pondéré par un coefficient « a », qui prend en compte les caractéristiques hydro-géomorphologiques du bassin (climat et configuration du sol). Pour les études hydrologiques en France métropolitaine, une valeur moyenne de 0,8 est pertinente. Nous l'utiliserons donc ici pour extrapoler les débits. Cette méthode est applicable dès lors que l'on dispose de données hydrométriques soit en un autre point du bassin versant à étudier (ce qui est le cas ici), soit sur un bassin versant voisin présentant les mêmes caractéristiques morphologiques.

$$Q_1/Q_2=(S_1/S_2)^a$$

Nous allons donc utiliser les données de débits de la Banque Hydro à la station de Pont de Labeaume (bassin versant de 292 km²) que nous allons ramener (par transfert de bassin) sur le secteur du seuil avec un bassin versant de 460 km² (cf. **Tableau 3**).

Tableau 3 : Débits instantanés maximaux de l'Ardèche au droit du seuil Dugradus et estimée à partir de la formule de Myer

Fréquence de retour	Débits instantanés maximaux (m ³ .s ⁻¹)	Période
Q ₂	590	1965-2018
Q ₅	877	1965-2018
Q ₁₀	1064	1965-2018
Q ₂₀	1237	1965-2018
Q ₅₀	1438	1965-2018
Q ₁₀₀	-	1965-2018

Afin d'être complet, les débits moyens journaliers ont également été estimés grâce à la formule de Myer (cf. **Tableau 4**).

Tableau 4 : Débits moyens journaliers de l'Ardèche au droit du seuil Dugradus et estimée à partir de la formule de Myer

Fréquence de retour	Débits moyens journaliers (m ³ .s ⁻¹)	Période
Q ₂	316	1965-2018
Q ₅	460	1965-2018
Q ₁₀	561	1965-2018
Q ₂₀	647	1965-2018
Q ₅₀	762	1965-2018
Q ₁₀₀	-	1965-2018
QMNA ₅	17.26	1965-2018
Module	23.59	1965-2018

Lors de nos levés topographiques (le 15 novembre 2017), les débits étaient proches des 2 m³.s⁻¹, à la station du Pont d'Ucel.

1.6 Contexte géologique

D'après le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable de l'Ardèche, 2013, la géologie du bassin versant peut se découper en 9 unités paysagères, dont 5 concernent directement la rivière :

- Haute vallée de l'Ardèche et affluents amont composée de roches volcaniques et d'un réseau hydrographique à forte pente et dont l'altitude maximale est de 1 500 m,
- L'Ardèche dans la boucle d'Aubenas, confluence Volane (secteur du seuil) composée d'un substrat géologique formé de grès et de marne. Dans ce secteur, les cours d'eau s'élargissent et la pente est moins importante. L'altitude maximale est de 500 m,
- Les gorges de l'Ardèche et le Bas Vivarais : composés de plateaux calcaires karstiques et de la zone des gorges de l'Ardèche qui contraignent les divagations de la rivière. L'altitude maximale est de 400 m,
- La basse vallée de l'Ardèche : composée de terrasses et de plaines alluviales. L'altitude maximale est de 400 m,
- Les plaines alluviales, gorges et plateaux calcaires des confluences : composés de plateaux karstiques. Le lit des rivières méandre dans une faible pente. L'altitude maximale est de 600 m.

1.7 Sites naturels remarquables

1.7.1 Site Natura 2000

Le secteur d'étude n'est pas concerné par un site Natura 2000. Le Site d'Importance Communautaire (SIC) le plus proche se situe à 2 km. Il s'agit du FR 8201657 « Vallée moyenne de l'Ardèche et ses affluents », cf. Figure 3. La zone de Protection Spéciale (ZPS) la plus proche se situe à 19 km du seuil. Il s'agit de la FR 8210114 « Basse Ardèche ».

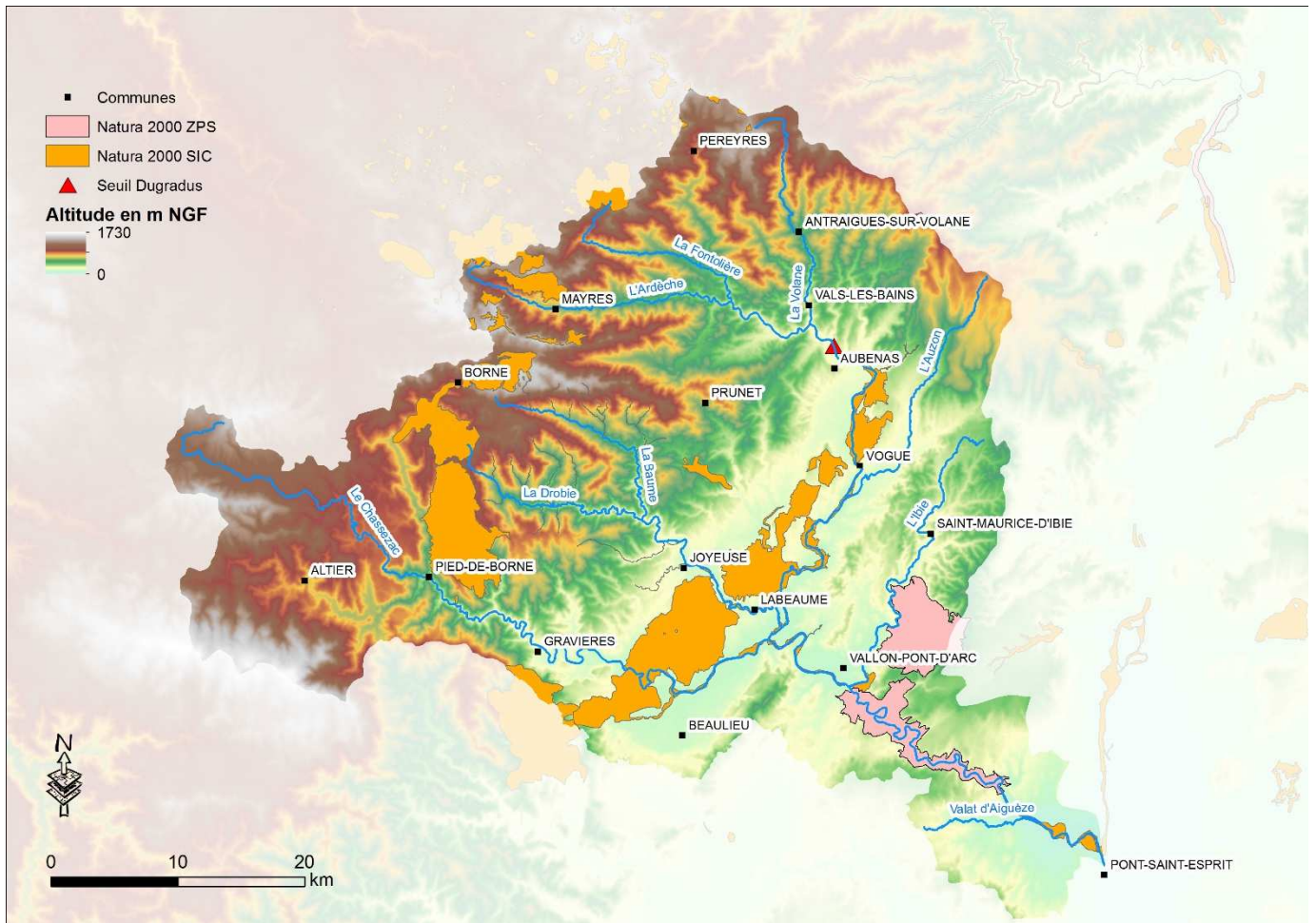


Figure 3 : Site Natura 2000 dans le bassin versant de l'Ardèche

1.7.2 ZNIEFF

Pour mémoire, une ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique) peut être de type 1 ou de type 2 :

- Le type 1 correspond à des espaces homogènes d'un point de vue écologique et qui abritent au moins une espèce et/ou un habitat rare ou menacé, d'intérêt aussi bien local que régional, national ou communautaire.
- Le type 2 correspond à de grands ensembles naturels riches, ou peu modifiés, qui offrent des potentialités biologiques importantes. Elles peuvent inclure des zones de type I et possèdent un rôle fonctionnel ainsi qu'une cohérence écologique et paysagère.

Le secteur d'étude n'est pas concerné par une ZNIEFF. La ZNIEFF 1 la plus proche se situe à 1 km du seuil. Il s'agit de la 07160001 « Ripisylve et lit majeur de l'Ardèche ». Cette ZNIEFF 1 se superpose à une ZNIEFF 2. Il s'agit de la 0716 « Ensemble fonctionnel formé par l'Ardèche et ses affluents (Ligne, Baume, Drobie, Chassezac...) ».

Le site d'étude n'est pas concerné par une ZNIEFF (cf. Figure 4).

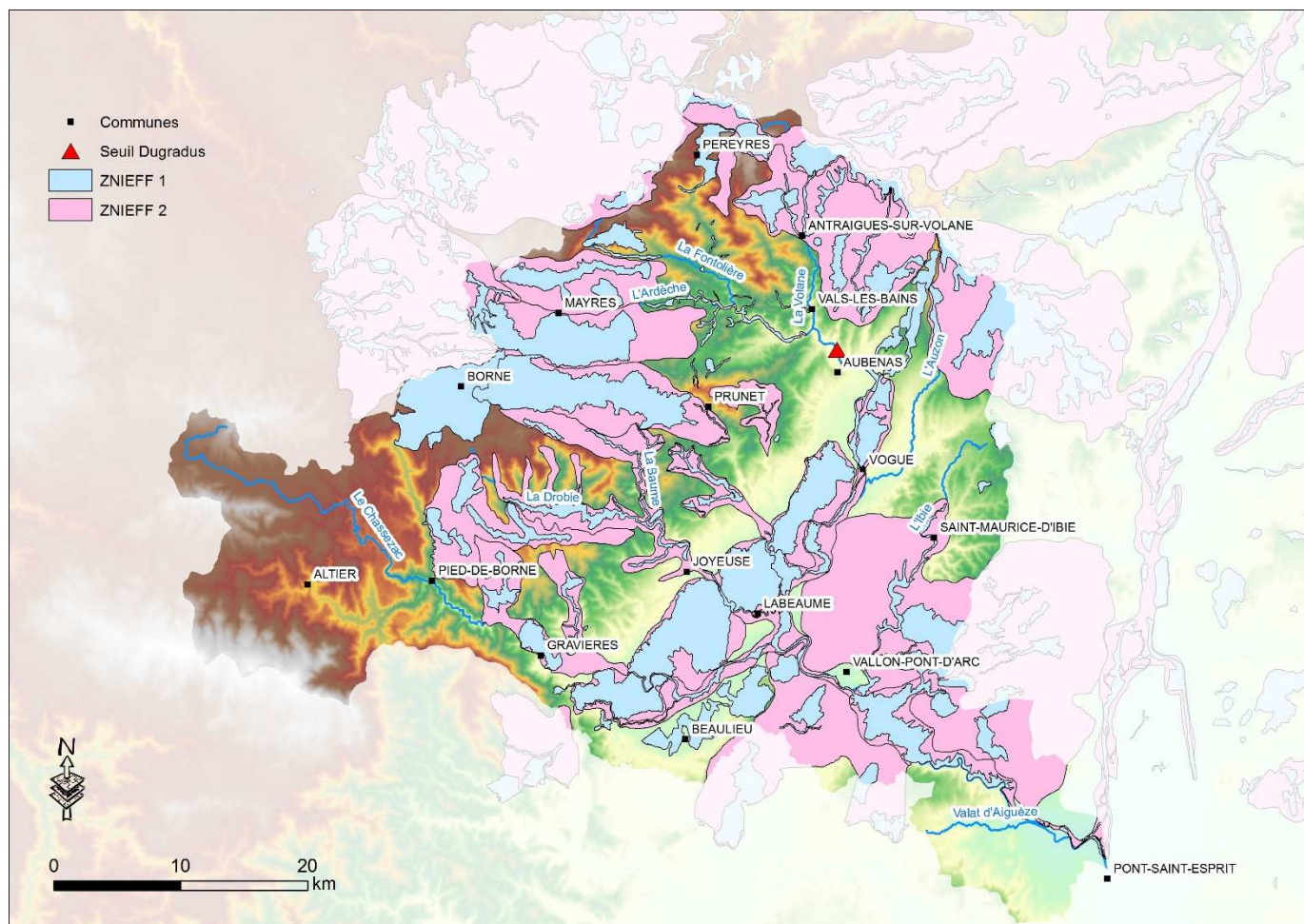


Figure 4 : Localisation des ZNIEFF 1 et 2 dans le bassin versant de l'Ardèche

2.Phase 1 – Etat des lieux/Diagnostic

Dans cette deuxième partie du rapport, nous allons dresser l'état des lieux de l'ouvrage.

2.1 Diagnostic morphologique du secteur

Sur le secteur d'étude, la morphologie de l'Ardèche est très contrainte par les aménagements anthropiques. En effet, de nombreux seuils jalonnent le parcours de la rivière et les protections des infrastructures routières empêchent toute divagation du cours d'eau.

Au droit du secteur d'étude, l'Ardèche adopte un style à chenal unique avec quelques sinuosités. Le substrat rocheux, très présent, contraint également la rivière. Le seuil provoque un plan d'eau de 270 m environ (cf. [Figure 5](#)). La retenue du seuil est formée d'une langue de sédiments grossiers, en rive droite. Les parties les plus profondes ne sont que peu pourvues en sédiments.

En amont du plan d'eau, la rivière est composée d'une alternance de radiers et de mouilles profondes. Ces dernières sont peu pourvues en matériaux, les sédiments (blocs pluri-décimétriques) sont présents sur les radiers. Noter que les radiers sont également structurés par la roche mère affleurant.

L'aval du seuil se caractérise par la présence d'un important banc de galets d'environ 2 600 m³. Cet atterrissement est composé de gros blocs émoussés, en mouvement pour les crues exceptionnelles. Environ 80 m à l'aval du seuil, le lit est marqué par la présence d'un important radier naturel (chute de 0,57 m) qui cale le profil de la rivière.



Figure 5 : Photographie du plan d'eau, en amont du seuil

La [Figure 6](#) montre l'atterrissement en aval du seuil, ainsi que la granulométrie la plus grossière qui le compose. Noter la présence de végétation sur le banc qui lors des crues fixe les sédiments.



Figure 6 : Photographies du banc de galets, en aval du seuil. Photographie de gauche : Vue de l'amont du banc.
 Photographie de droite : Granulométrie grossière sur le banc
 Source : SIGosphère

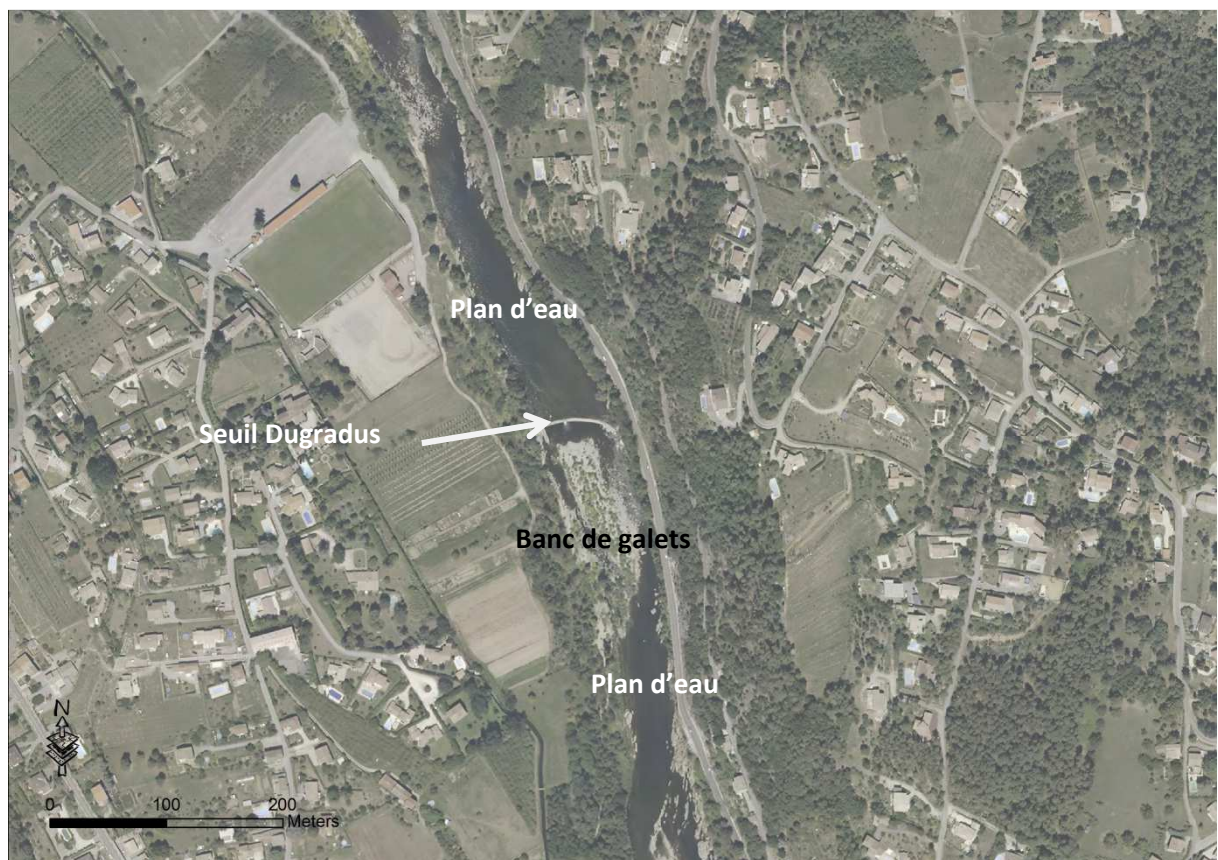


Figure 7 : Photographie aérienne de la morphologie de l'Ardèche, de part et d'autre du seuil

2.2 Diagnostic de l'ouvrage

2.2.1 Levés topographiques

Les levés topographiques ont été effectués par la société SIGosphère grâce à un GPS différentiel Trimble R10 couplé à un tachéomètre Trimble S6. Le système de projection associé est le RGF - Lambert

93 pour la planimétrie et le NGF IGN69 pour l'altimétrie. Nous avons effectué les levés à pied, les 15 et 16 novembre 2017.

Voici les levés que nous avons effectués :

- Un profil en long de la ligne d'eau et du fond de la rivière sur 1 km,
- 9 profils en travers,
- Un relevé détaillé (semis de points) au droit et en aval de l'ouvrage.

Les figures du chapitre suivant sont des extraits des plans réalisés suite aux levés topographiques.

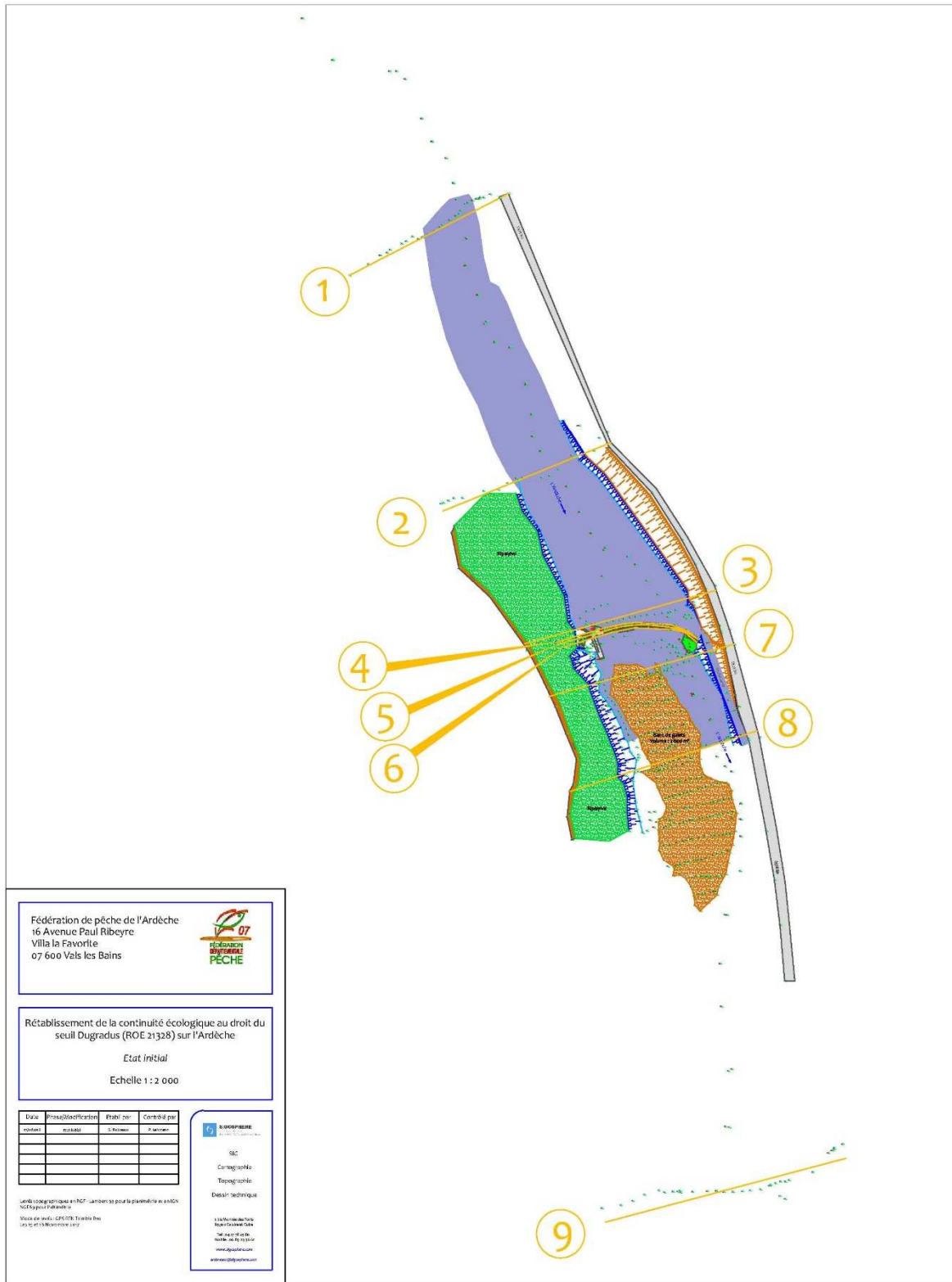


Figure 8 : Plan de masse général du seuil Dugradus



Figure 9 : Plan de masse du seuil et du banc aval

Le seuil, en forme de voute et en pierre maçonnée, mesure 79 m de long et 3 m de large. La crête de l'ouvrage se situe, en moyenne, à 211 m NGF. Le pied de la crête se situe à 207,38 m NGF. Le seuil mesure donc 3,62 m. L'ouvrage se compose :

- D'une échancrure principale, en rive gauche qui a dû être ouverte lors d'une crue. La crête de l'échancrure se situe à 210,02 m NGF,
- D'un ancien canal de prise d'eau, en rive gauche (cf. Figure 13),
- D'une rampe à kayak, en rive droite (cf. Figure 14). Cette rampe a été construite, en béton armé, sur le seuil. Lors de nos levés cette dernière était inutilisable, car hors d'eau.

Au droit de l'échancrure principale, la chute engendrée par l'ouvrage mesure 1,18 m. En amont du seuil, la ligne d'eau se situe à 210,54 m et en aval, elle se situe à 209,36 m NGF.

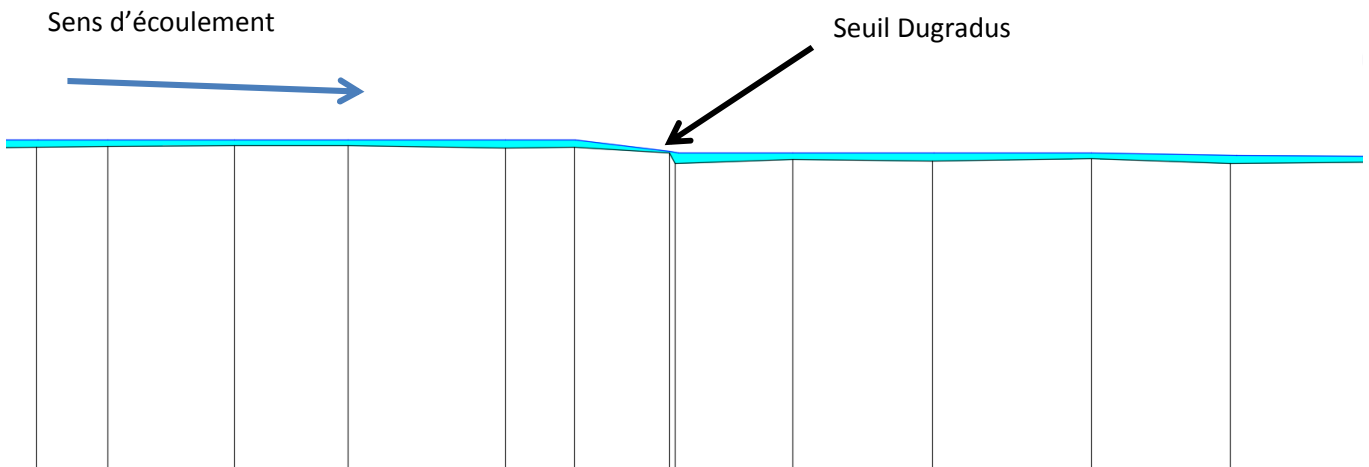


Figure 10 : Profil en long de l'Ardèche – Zoom sur le seuil Dugradus

Le seuil présente des signes de rupture. En effet, de nombreuses zones ont été déstructurées par les crues et la crête présente de multiples échancrures (cf. Figure 11 et Figure 12).



Figure 11 : Localisation des multiples échancrures dans la crête du seuil



Figure 12 : Localisation des multiples échancrures dans la crête du seuil



Figure 13 : Ancienne prise d'eau, en rive gauche de l'Ardèche (vue depuis l'aval)

La **Figure 13** montre l'ancienne prise d'eau. Cette dernière est aujourd'hui sans usage mais elle peut représenter un enjeu patrimonial.



Figure 14 : Photographie de la passe à kayak

La **Figure 14** montre la rampe à kayak présente en rive droite. Noter que le pied de la rampe est déconnecté du matelas alluvial. En effet, le fond de la cunette se trouve à 209,81 m alors que le fond alluvial se trouve à 209,18, soit 0,63 m plus bas. Cette différence de cote peut s'expliquer par une incision du plancher alluvial. Par ailleurs, cette théorie est corroborée par la présence de la roche mère, en rive droite, à partir de l'aval du seuil. Le seuil a donc un impact sur le transit sédimentaire.

2.2.2 Modélisation hydraulique

Ce chapitre va nous permettre de voir les impacts de l'ouvrage sur le fonctionnement hydraulique de ce tronçon de l'Ardèche. Pour cela, nous allons utiliser un outil de modélisation hydraulique (HEC-RAS), nous permettant de connaître, notamment, l'impact de l'ouvrage sur les remous liquides et solides de la rivière. De plus, en chaque point des profils en travers, nous pourrions connaître la hauteur de la ligne d'eau en fonction des débits caractéristiques ($QMNA_5$, module, Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{20} et Q_{50}).

Pour rappel les débits caractéristiques que nous allons utiliser dans la modélisation sont les suivants :

Tableau 5 : Débits instantanés maximaux de l'Ardèche au droit du seuil Dugradus et estimée à partir de la formule de Myer

Fréquence de retour	Débits instantanés maximaux ($m^3.s^{-1}$)	Période
Q ₂	590	1965-2018
Q ₅	877	1965-2018
Q ₁₀	1064	1965-2018
Q ₂₀	1237	1965-2018
Q ₅₀	1438	1965-2018
Q ₁₀₀	-	1965-2018

Noter que nous avons également utilisé le QMNA₅ (estimé à $17 m^3.s^{-1}$, débit très probablement sur-estimé) et le module (estimé $23,5 m^3.s^{-1}$). Nous avons également modélisé le débit de l'Ardèche lorsque nous avons effectué les levés topographiques afin de caler notre modèle. Pour mémoire, ce débit était de $2 m^3.s^{-1}$.

2.2.2.1 Résultat de la modélisation hydraulique - Etat initial - sur le profil en long

Ce paragraphe permet d'évaluer l'impact de l'ouvrage sur le fonctionnement hydraulique du profil en long.

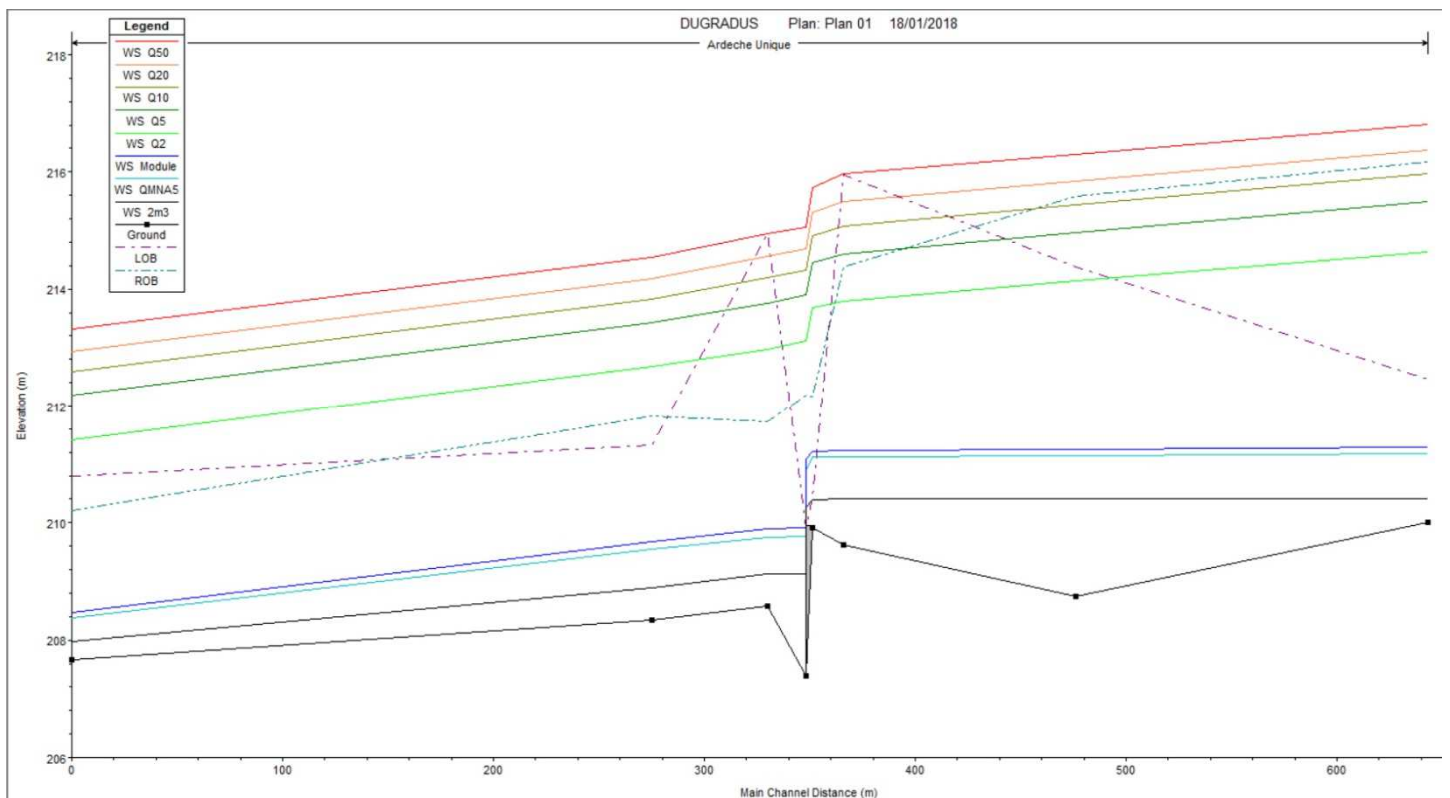


Figure 15 : Résultat de la modélisation hydraulique sur le profil en long – Etat initial

Pour l'étiage sévère et le module, la modélisation fait ressortir le remous liquide qui permet de créer le plan d'eau, en amont du seuil. A partir de la Q₂, la chute créée par le seuil est moins importante et

le remous liquide disparaît. Le transport solide doit être efficace lorsque la chute sur le seuil se réduit comme en témoigne le fort dépôt sédimentaire, en aval du seuil.

Le **Tableau 6** montre les différentes hauteurs d'eau, au droit du seuil. Ainsi, selon les débits la hauteur d'eau varie de 0,4 m (le jour des levés) à 5,72 m pour une crue centennale.

Tableau 6 : Hauteur d'eau au droit du seuil pour la modélisation état initial

Seuil Dugradus - Modélisation hydraulique état initial		
Fréquence de retour	Débits instantanés maximaux ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	Hauteur d'eau Etat initial (m NGF)
QMNA ₅	17.2	211.12
Module	23.5	211.22
Q ₂	590	213.69
Q ₅	877	214.46
Q ₁₀	1064	214.91
Q ₂₀	1237	215.3
Q ₅₀	1438	215.74
	2 (débit le jour des levés)	210.4

2.2.2.2 Résultat de la modélisation hydraulique - Etat initial - sur le seuil

La **Figure 16** montre le résultat de la modélisation sur le seuil. Ainsi, pour $2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, les débits sont concentrés dans l'échancrure principale du seuil. Cela est conforme à nos observations de terrain. Pour le QMNA₅ ou le module, l'Ardèche surverse sur la quasi-totalité du seuil. Enfin, pour les occurrences supérieures ou égales à une Q₂, les hauteurs de ligne d'eau sont bien supérieures à la hauteur du seuil.

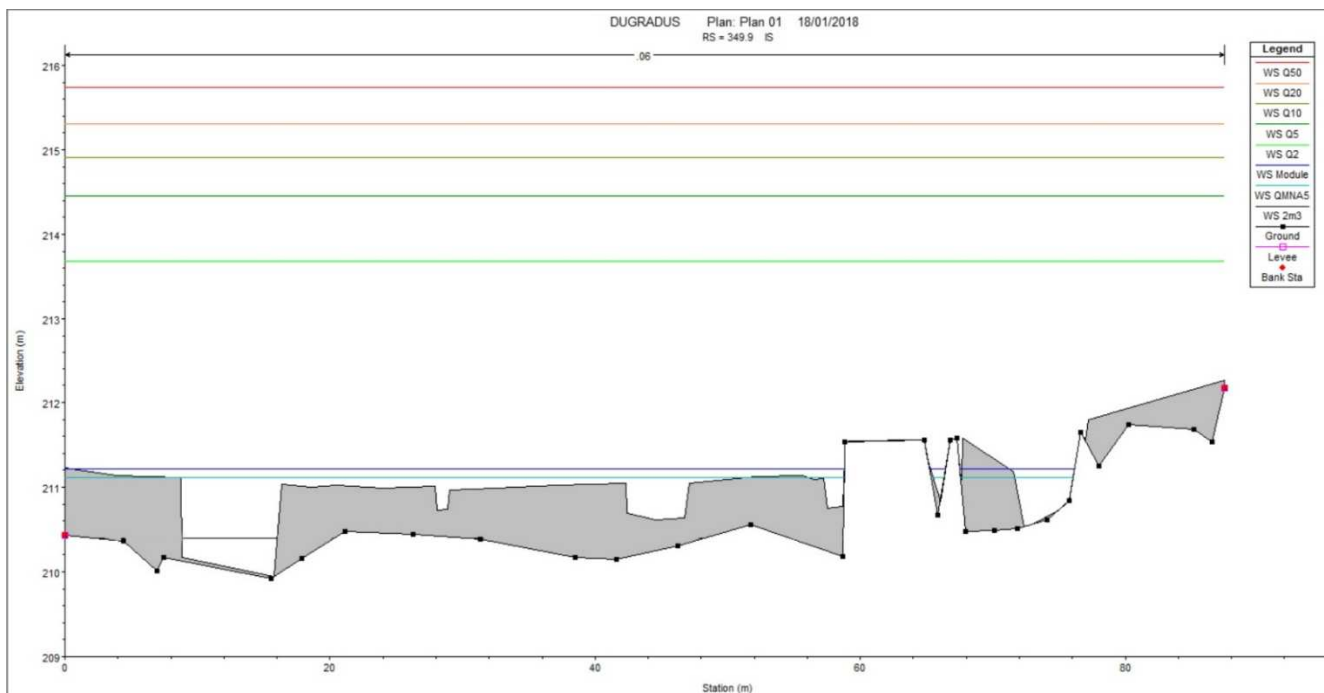


Figure 16 : Résultat de la modélisation hydraulique sur le seuil - Etat initial

2.2.3 Evaluation du transit sédimentaire

2.2.3.1 Granulométrie

La granulométrie a été observée sur l'atterrissement en aval du seuil. En effet, ce dernier regroupe toutes les fractions (du sable aux blocs pluri-décimétriques) rencontrées sur le secteur. De manière générale, l'Ardèche charrie du sable et des graviers. Cette fraction vient colmater la granulométrie structurante de la rivière et/ou vient se déposer sur des secteurs de contre-courant. La fraction des graviers est comprise entre 10 et 30 mm. Cette dernière, lorsqu'elle vient colmater la fraction structurante, est bénéfique aux frayères et au fonctionnement de la zone hyporhéique de la rivière. Cette fraction ne représente que 10 à 20% du matériel sédimentaire.



Figure 17 : Granulométrie de colmatage composée de sables et graviers (10 à 30 mm)

La fraction grossière est celle qui est rencontrée le plus souvent. Elle représente 80% du matériel alluvial et peut être divisée en deux parties sensiblement égales :

- La première regroupe des galets de 50 à 120 mm,
- La deuxième regroupe des blocs de 200 à 450 mm.

Cette fraction peut être considérée comme la granulométrie structurante. En effet, ce sont ces blocs qui structurent la morphologie de la rivière et l'alternance de radiers et de mouilles. Sans ces derniers, l'Ardèche s'écoulerait sur la roche mère provoquant ainsi, une perte importante de biodiversité.

Noter enfin que quelques blocs ont une taille supérieure à celles citées et participent également à la structuration du fond.

2.2.3.2 Débit seuil de mise en mouvement

Les débits seuils de mise en mouvement ont été calculés à partir des granulométries mesurées et des caractéristiques géométriques des profils en travers les plus proches. Différentes formules ont été utilisées (Sogreah-Lefort 1991, Meyer-Peter, Rickenmann et Lefort 2007) et à chaque fois seule les formules applicables en fonction des paramètres ont été présentées.

Pour la fraction granulométrique la plus fine (10 à 30 mm), les valeurs de débit de mise en mouvement se situent entre 7 et 12 m³.s⁻¹ selon les formules, Sogreah-Lefort 1991 et Lefort 2007, soit un débit très faible.

Pour la fraction granulométrique comprise entre 50 et 120 mm, les valeurs de débit de mise en mouvement se situent entre 209 et 407 m³.s⁻¹ selon les formules, Sogreah-Lefort 1991 et Lefort 2007, soit un débit inférieur à une Q₂.

Pour la fraction granulométrique la plus grossière (200 à 450 mm), les valeurs de débit de mise en mouvement se situent vers 1 618 m³.s⁻¹ selon la formule de Lefort 2007, soit un débit supérieur à une Q₅₀.

3.Phase 2 – Effacement du seuil

Cette phase du rapport va permettre d'illustrer et d'expliquer les modalités de mise en œuvre de l'effacement du seuil.

3.1.1 Démantèlement du seuil

Le seuil est dégradé et sa crête présente des points de faiblesse (multiples échancrures). Une importante échancrure est présente en rive gauche et provoque la vidange partielle du plan d'eau. A basses eaux, cette situation pénalise la passe à canoë qui n'est plus utilisable, car hors d'eau (lors de nos levés, il n'y avait aucune alimentation par l'amont). Si des entretiens ne sont pas entrepris, la passe ne sera plus du tout utilisable et la crête du seuil se dégradera plus rapidement car elle ne sera plus en eau. L'alternance des phases de gel/dégel contribuera à la rapide dégradation de la crête. La rupture du seuil, le cas échéant, pourrait avoir lieu en rive gauche.

Avec la rupture, les écoulements se concentreront en rive gauche avec un risque de suppression du radier de calage aval. **Dans pareil cas, le plan d'eau de la retenue serait complètement vidé et menacerait les différents usages actuels. Il conviendrait donc d'anticiper la rupture du seuil. Ceci passerait par :**

- **Un arasement complet du seuil en rive droite avec le démantèlement de la passe à canoë,**
- **La conservation d'une partie de l'ouvrage historique comme épi déflecteur pour maîtriser la force des écoulements.**

D'un point de vue réglementaire, la suppression du seuil permettra de rétablir la continuité écologique de l'Ardèche. Cette action permettrait d'obtenir des subventions à 80% pour les travaux.

3.1.2 Prise en compte des problématiques liées au seuil

Comme nous l'avons évoqué précédemment, l'objectif est d'effacer le seuil. Ainsi, différentes problématiques sont soulevées avec le démantèlement de l'ouvrage :

- Déstockage et transport solide,

- Mur de soutènement de la voirie en rive gauche,
- Disparition du plan d'eau, en amont du seuil,
- Zone de loisirs et de détente.

3.1.2.1 *Déstockage et transport solide*

Suite à l'effacement du seuil, le profil en long s'équilibrera naturellement avec la restauration du transit sédimentaire. Cependant, les différents seuils présents en amont et en aval du seuil Dugradus ne permettront pas un rétablissement total du transit. Le déficit sédimentaire constaté dans la retenue et en aval du seuil ne se résorbera pas totalement. Ainsi, suite à la suppression du seuil, le volume sédimentaire remobilisé serait faible au regard de la compétence de l'Ardèche. Si on trace un profil d'équilibre, le volume de matériaux déstockés en amont du seuil est estimé à 1 000 m³. Ce faible stock s'explique par la présence du banc alluvial à l'aval du seuil qui conditionne le profil en long.

3.1.2.2 *Mur de soutènement de la voirie*

La suppression du seuil ne doit pas augmenter les pressions sur la voirie et sur l'ancien canal qui longent la rive gauche de l'Ardèche. Bien que ces derniers reposent sur la roche mère, il conviendra à l'avenir de détourner les écoulements vers la rive droite. Pour se faire, la suppression du seuil ne sera pas totale et une partie en rive gauche sera conservée, afin de servir d'épi déflecteur.



Figure 18 : Ancien canal et mur de soutènement de la route

3.1.2.3 *Risque de disparition du plan d'eau*

La problématique principale sera la conservation du plan d'eau qui sert de base nautique et de parcours de canoë-kayak. La suppression totale du seuil risque de supprimer le plan d'eau puisque l'obstacle à l'écoulement que constitue le seuil n'existera plus.

Une école départementale de canoë utilise le plan d'eau en amont du seuil. Malgré la perte de l'usage de la passe à bateau et la baisse du niveau du plan d'eau, un parcours de canoë pourra être maintenu. D'après nos estimations, le plan d'eau où se trouve le parcours est entretenu par un remous hydraulique dû à l'affleurement rocheux présent en rive droite.

Le projet permettra la stabilisation d'un radier naturel qui tiendra cette mouille à la cote de 209,75 m NGF soit un plan d'eau stabilisé à 210 m NGF (soit 55 cm de moins que l'état actuel, suivant

les mesures prise en étiage de novembre 2017). Avec ce projet, la surface du plan d'eau ne serait réduite que de 10%.

Noter que le club de canoë pourra également utiliser le plan d'eau naturel, 350 m en aval du seuil, en passant par l'ouverture créée par la suppression du seuil et par le nouveau chenal de rive droite.



Figure 19 : Photographie du plan d'eau naturel en aval du seuil et en aval du banc alluvial actuel

3.1.2.4 Zone de loisirs et de détente

Il existe de part et d'autre du seuil, deux sites appréciés des riverains et des baigneurs :

- La plage artificielle, au droit du stade,
- La plage naturelle protégée par un affleurement rocheux, en aval du seuil.

La suppression du seuil et la gestion du lit mineur permettront de conserver ces espaces.

3.1.3 Mode opératoire pour l'effacement du seuil Dugradus

Le chapitre suivant a pour but de décrire les modalités de mise en œuvre de l'effacement du seuil.

Les objectifs à atteindre sont multiples :

- La continuité écologique (sur la faune et le transport solide),
- L'amélioration du fonctionnement naturel de la rivière (en relation avec les enjeux anthropiques et écologiques du lit mineur),
- Le maintien des usages touristiques et sportifs du secteur,
- L'établissement d'un projet acceptable pour la population riveraine.

3.1.4 Modalités pour l'effacement du seuil

Le seuil sera démonté entièrement (sur les 2/3 de la largeur du lit mineur) de la cote 211 m NGF à la cote 207 m ou jusqu'à l'affleurement de la roche mère (cf. Figure 20).

La passe à canoë en béton armé sera entièrement démolie au BRH et les résidus en béton armé seront évacués. Noter qu'une canalisation d'eau, partiellement détruite, est présente (en amont du seuil) sur la rive gauche de ce dernier. Elle sera supprimée.

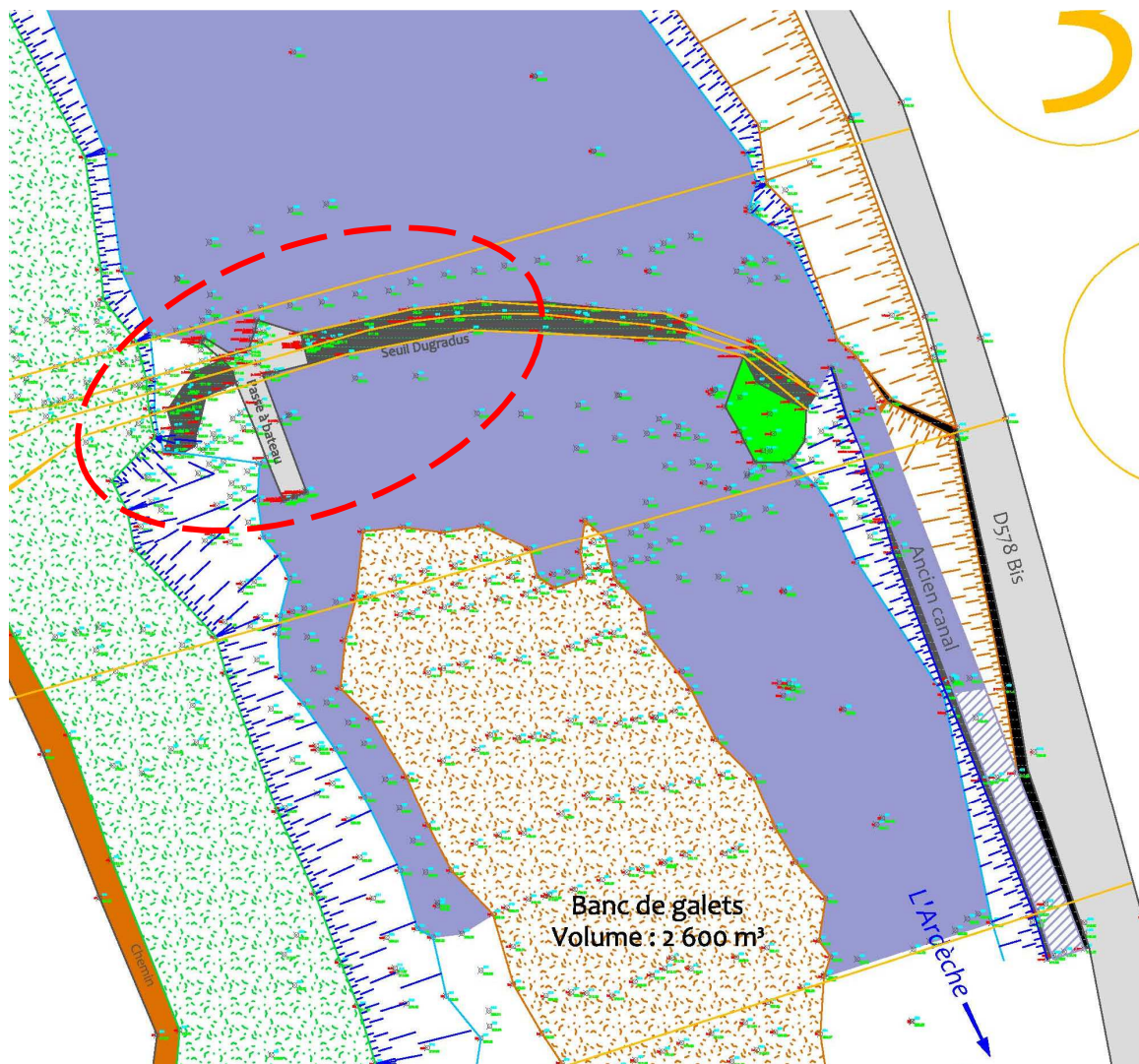


Figure 20 : Secteur où le seuil sera supprimé (cercle rouge)

La partie en béton armé représente 50 m^3 . La partie maçonnée du seuil représente 120 m^3 . Cependant, 30% de ce volume peut être laissé sur place car il s'agit des matériaux de l'Ardèche. En effet, comme nous l'avons vu précédemment, le parement du seuil est en pierre issue très probablement du matériel alluvial du cours d'eau. Les éventuels ferrillages seront purgés et recyclés.

Le reste de l'ouvrage, à savoir la prise d'eau en berge gauche et le 1/3 restant du seuil, sera conservé en l'état pour faire office d'épi déflecteur afin de contrôler les écoulements.

Cette partie ne sera pas modifiée mais sera réparée. Il s'agit de favoriser le contrôle et la diversification des écoulements, tout en limitant les coûts de l'opération et en augmentant les bénéfices attendus.

En effet, le maintien d'une partie du seuil constitue plusieurs avantages :

- Il protégera la berge gauche des pressions hydrauliques pendant les crues en orientant l'eau vers la rive droite où se trouve l'atterrissement,
- Il participera positivement au contrôle du niveau du fond alluvial pour maintenir un radier transversal entre la prise d'eau et la plage de canoë. Cela participera également au maintien du niveau d'eau dans la fosse du parcours de canoë,
- Il orientera les écoulements solides de manière à ce qu'ils transitent par la droite et alimentera le radier transversal que nous voulons maintenir en aval,
- Il diversifiera les écoulements et concentrera un fil d'eau en étiage (ce qui est positif pour la faune et le transit des canoës).

3.2 Modalités de gestion du lit mineur avec l'effacement du seuil

Comme nous l'avons évoqué précédemment la présence de l'atterrissement en aval conditionne le lit mineur. Il s'agit, par des mesures de gestion dynamique de réduire les effets d'effacement du seuil en favorisant la présence de deux radiers transversaux qui maintiendront un lit mineur stable et diversifié.

3.2.1 Gestion du radier en amont du seuil

En amont du seuil, dans le fond de la zone d'influence nous avons constaté la présence d'une langue de matériaux grossiers qui a été structurée par les crues de l'Ardèche. Il s'agit de favoriser le maintien des matériaux en place sous la forme d'un radier transversal de 170 m à la cote de 210,40 m NGF. En maintenant une pente équilibrée et raisonnable, ces matériaux resteront en appui sur l'épi en berge gauche.

Ce radier est représenté par les pointillés jaunes sur la [Figure 21](#) (surface de 3 000 m²).

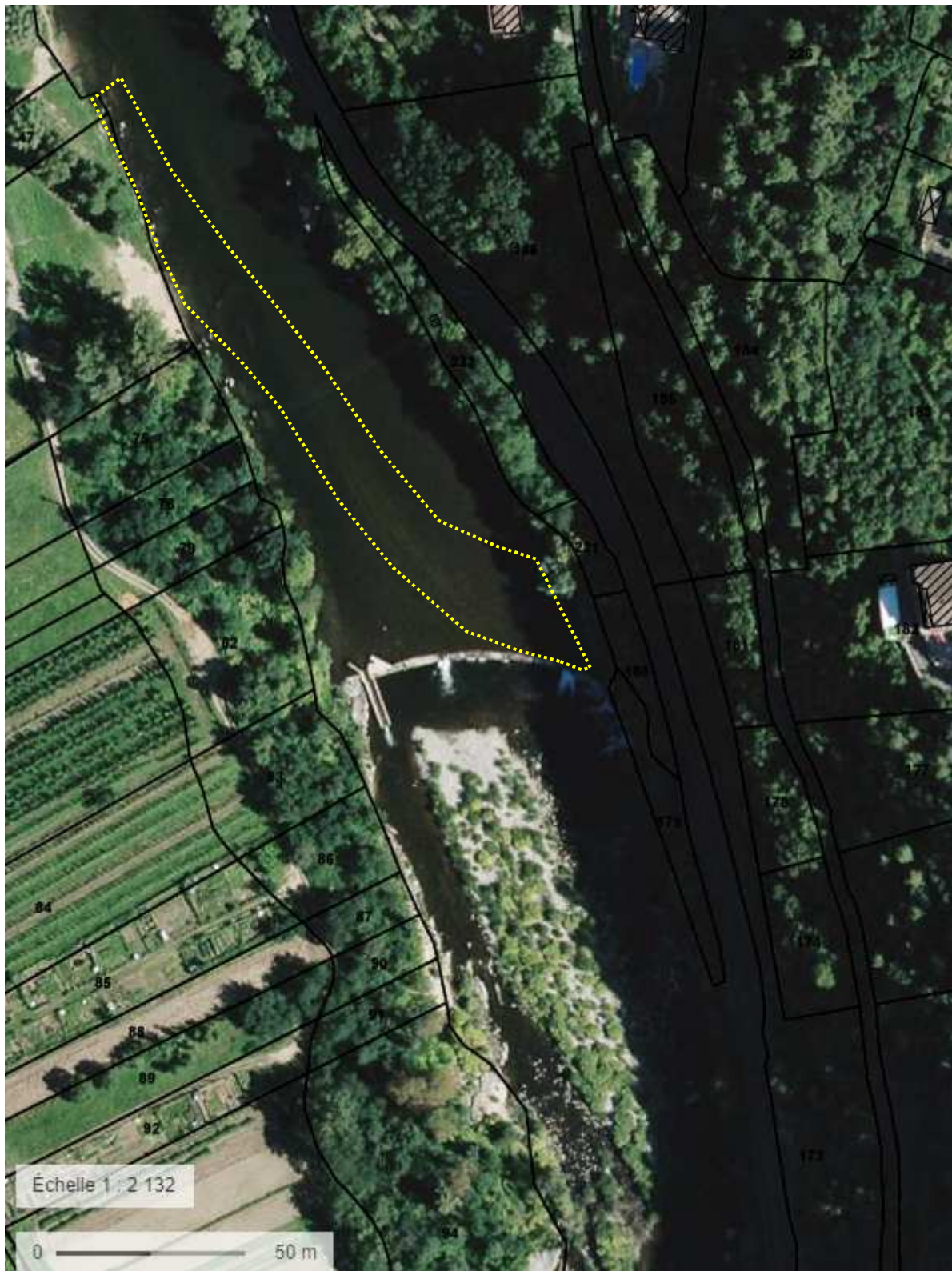


Figure 21 : Vue aérienne du radier en jaune à maintenir en amont

Noter que les alluvions retenues par le seuil, en rive droite, se déplaceront d'eux même avec les crues.

3.2.2 Gestion de l'atterrissement en aval du seuil

Cet atterrissement mesure 2 500 m² et représente 2 600 m³ de matériaux grossiers et fixés par la végétation. La berge droite est constituée par un affleurement rocheux sans risque d'érosion.

L'ensemble de l'atterrissement sera modifié pour être transformé en un radier transversal de 150 ml. Pour cela, des travaux de terrassement en masse devront être envisagés dans le lit mineur.

Les objectifs seront :

- De maintenir les écoulements en rive droite pour limiter les pressions hydrauliques en rive gauche, pendant les crues,
- De stabiliser les écoulements solides de manière à ce qu'ils alimentent le radier transversal que nous voulons maintenir sur 150 ml en aval,
- De créer un lit mineur stable avec le radier transversal. Cela participera également au maintien du radier en amont qui stabilisera le niveau d'eau dans la fosse du parcours de canoë,
- De concentrer les écoulements d'étiage (ce qui est positif pour la faune et le transit des canoës).

La modification de l'atterrissement se fera avec une mise en œuvre précise :



Figure 22 : Schéma de mise en œuvre des travaux sur l'atterrissement

Le projet de terrassement sur l'atterrissement se fera à l'étiage :

- La partie verte sur la **Figure 22** sera conservée en l'état,
- La partie jaune de 2 000 m² sera terrassée et dévégétalisée entre 209,50 m NGF en amont et 209 m NGF en aval du banc, soit 900 m³,
- Les zones en bleues recevront les matériaux jusqu'à la cote de 210 m en amont (rive gauche du banc) et jusqu'à 209,30 m (en rive droite du banc). Le reste des matériaux sera étalé sur l'aval, avec une pente de 0,5%,
- Les résidus des végétaux seront évacués pour être incinérés. Une attention toute particulière sera portée aux bouquets de renouée du Japon présents en aval de l'atterrissement,
- Les alluvions retenues en amont par le seuil se déplaceront d'eux même avec les crues,
- L'ensemble du secteur se composera :
 - o D'un lit mineur de 20 m de large (en rive droite),

- D'un radier de 150 ml,
- A l'aval de ce dernier (de 209,50 à 209 m NGF), la rivière reprendra son lit actuel,

Le démantèlement du seuil produira un excédent d'enrochement (estimation de 40 m³ qui sera positionné dans la fosse du seuil en aval). Ces réinjections des blocs limiteront les coûts et diversifieront le lit vif.

Avec ce projet, le profil en travers n°8 sera particulièrement modifié. En effet :

- Le lit principal sera déplacé en rive droite à la cote de 209,3 m,
- La configuration du banc sera modifiée et la cote de ce dernier sera à 209,6 m,
- Les matériaux du banc seront régalés dans le lit actuel de rive gauche à la cote de 209,5 m.

A la suite de l'ouverture du seuil et pendant les premiers coups d'eau, les alluvions de l'amont proche du seuil vont dévalés. Environ 350 m³ complémentaires vont se déposer suivant le profil d'équilibre dans le lit mineur de projet. Ces derniers participeront à équilibrer le radier nouvellement terrassé.

La configuration de la rivière en étiage après travaux sera la suivante (*cf. Figure 23 et Figure 24*).

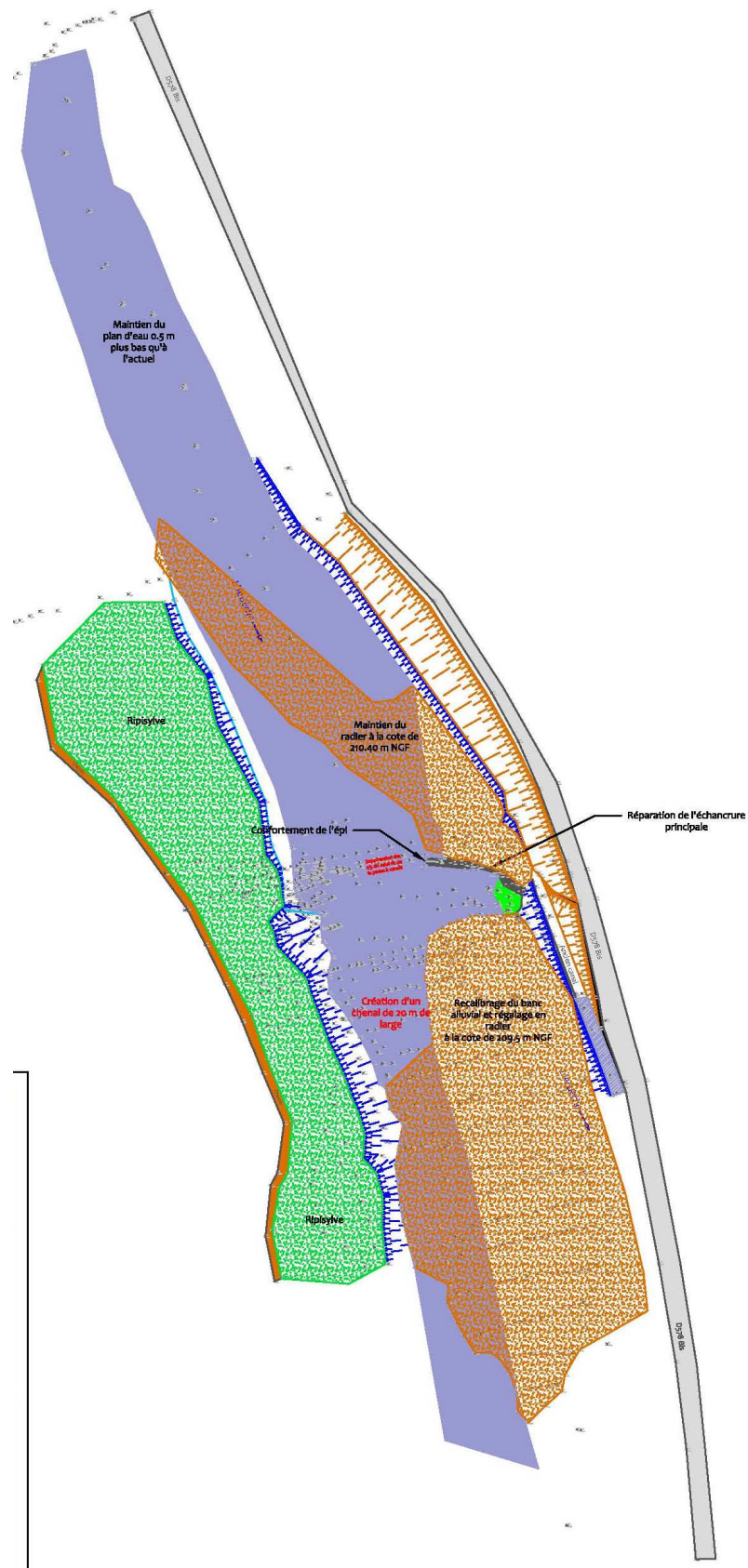


Figure 23 : Nouvelle configuration de la rivière après travaux – Vue générale

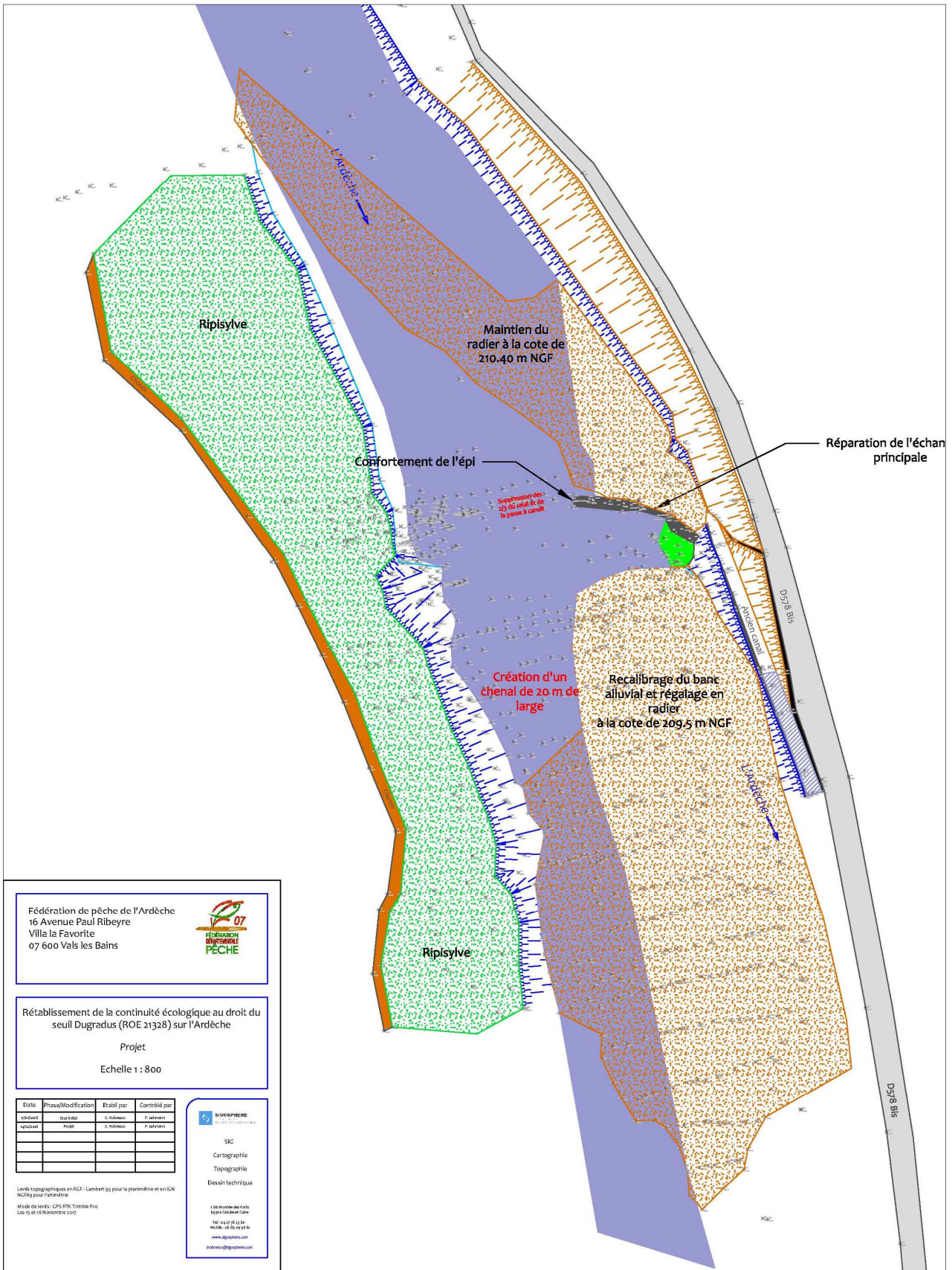


Figure 24 : Nouvelle configuration de la rivière après travaux – Zoom sur la mise en place des radiers

Mise en œuvre des radiers, lors de la phase projet :

- En amont de la retenue du seuil, un radier naturel dispose d'une pente de 1,5%. Étant donné cette valeur de pente, nous pourrions mettre en place des radiers (lors du projet) avec une pente de 1%,
- Le projet favorisera des radiers avec un fond naturel,
- Les radiers de projet seront implantés en diagonale pour orienter les écoulements et allonger le linéaire du lit mineur. Cette implantation représente une sur-largeur, ainsi les radiers seront moins sollicités par les forces des crues,
- Estimation de la pente entre les deux radiers : la pente naturelle globale sur ce tronçon est de 0,4 %,
- Nous retenons une pente sécurisée entre les radiers de 0,5% ce qui représente la pente moyenne actuellement sur l'ensemble du secteur.

En prenant comme hypothèse les contraintes les plus fortes, voici les données de pente sur le secteur :

- Les radiers représentent 30 et 50 ml à 1% soit 70 cm d'amplitude,
- Entre les deux radiers : 140 ml de lit mineur à 0,5% soit un dénivelé de 70 centimètre,
- La côte aval du radier (en aval du seuil) en projet sera calée sur 209,30 m NGF,
- La cote du plan d'eau amont sera maintenue à 210 m NGF.

3.3 Techniques mises en œuvre pour l'effacement du seuil et restauration du lit mineur sur le secteur

3.3.1 Mise en œuvre de l'effacement du seuil actuel

Les étapes suivantes représentent la marche à suivre quant à la mise en œuvre pour l'effacement du seuil

1. Mise en place d'un batardeau en big-bag pour diriger l'eau vers l'échancrure présente en rive gauche du seuil,
2. Récupération de la canalisation en fonte en amont du seuil,
3. Traitement de la végétation sur l'atterrissement (attention à la renouée du Japon),
4. Terrassement en masse de la partie aval de l'atterrissement avec injection dans le futur lit mineur de 250 m³ de sédiments,
5. Démantèlement de la passe à canoë avec l'évacuation des 50 m³ de béton,
6. Démantèlement du seuil au 2/3 et évacuation des 40 m³ de béton,
7. Retrait du batardeau,
8. Terrassement en masse de la partie amont de l'atterrissement avec injection (en rive gauche) de 650 m³ de blocs structurant,
9. Traitement des arbres qui ont poussé dans la base du mur de soutènement de la route,
10. Retrait de chantier.

3.4 Modélisation hydraulique du scénario d'effacement

La modélisation après-travaux a été effectuée en changeant les paramètres suivants :

- Le seuil est démantelé sur les 2/3 de sa longueur et sa côte basse est fixée à 207 m NGF,
- Les profils en travers 4 (amont du seuil) et 7 et 8 (aval du seuil) sont modifiés en fonction des prescriptions énoncés précédemment.

Le **Tableau 7** montre les résultats de la modélisation après-travaux au droit du seuil. La ligne d'eau est diminuée d'environ 1,1 m à 0,4 m, respectivement pour les débits d'étiage/module et pour les crues de plus grandes occurrences.

Tableau 7 : Résultat de la modélisation après-travaux et comparaison avec l'état initial

Seuil Dugradus - Modélisation hydraulique état initial				
Fréquence de retour	Débits instantanés maximaux (m ³ .s ⁻¹)	Hauteur d'eau Etat initial (m NGF)	Hauteur d'eau Etat après-travaux (m NGF)	Hauteur avant et après travaux (m)
QMNA ₅	17.2	211.12	210	-1.12
Module	23.5	211.22	210.1	-1.12
Q ₂	590	213.69	213.19	-0.5
Q ₅	877	214.46	214.03	-0.43
Q ₁₀	1064	214.91	214.49	-0.42
Q ₂₀	1237	215.3	214.87	-0.43
Q ₅₀	1438	215.74	215.28	-0.46
	2 (débit le jour des levés)	210.4	209.61	-0.79

4. Chiffrage du projet d'effacement du seuil Dugradus

4.1 DQE des investissements

Détail Quantitatif Estimatif des travaux sur le seuil Dugradus				
Installation	Unité et mesure	PRIX U	QUANTITE	TOTAL HT
<i>Installation et repli de chantier</i>	<i>Le Forfait</i>	1 500	1	1 500 €
<i>Protection de l'environnement et maîtrise des eaux</i>	<i>Le Forfait</i>	3 000	1	3 000 €
<i>Panneau de chantier</i>	<i>Le Forfait</i>	700	1	700 €
				5 200 €
Désignation des terrassements	Unité et mesure	PRIX U	QUANTITE	TOTAL HT
<i>Terrassement en déblais et injection de l'atterrissement</i>	<i>m³</i>	28	900	25 200 €
<i>Destruction de la structure béton de la passe à canoë</i>	<i>m³</i>	105	50	5 250 €
<i>Destruction de la structure béton du seuil</i>	<i>m³</i>	85	120	10 200 €
<i>Evacuation de la structure béton du seuil et de la passe</i>	<i>m³</i>	90	90	8 100 €
				48 750 €
Génie civil	Unité et mesure	PRIX U	QUANTITE	TOTAL HT
<i>Réparation de la crête du seuil restante (béton + bloc)</i>	<i>m³</i>	650	10	6 500 €
				6 500 €
Autres prestations sur la végétation	Unité et mesure	PRIX U	QUANTITE	TOTAL HT
<i>Essartement et évacuation des végétaux sur l'atterrissement</i>	<i>Le Forfait</i>	3 000	1	3 000 €
<i>Abattage et traitement des arbres en rive gauche (10 unités)</i>	<i>Le Forfait</i>	4 000	1	4 000 €
				7 000 €
Autres prestations ou fournitures	Unité et mesure	PRIX U	QUANTITE	TOTAL HT
<i>Prestation de maîtrise d'œuvre bureau d'étude</i>	<i>Le Forfait</i>	12 500	1	12 500 €
				12 500 €
TOTAL investissement				79 950 €

Figure 25 : Détail Quantitatif estimatif des travaux

Les prix ci-dessus ont été estimés au plus juste quant aux marchés de travaux.

Il convient d'appliquer une marge de 10 % pour les imprévus, soit un projet d'environ 88 000 € HT.

4.2 DQE du fonctionnement sur un cycle de 50 ans

Détail Quantitatif Estimatif des coûts de fonctionnement du seuil Dugradus				
DESIGNATION	Unité et mesure	PRIX U	QUANTITE	TOTAL HT
Entretien végétation du site	<i>Forfait</i>	3 500	0.1	350 €
Entretien atterrissage aval	<i>Forfait</i>	5 000	0.1	500 €
Entretien de la partie restante du seuil	<i>Forfait</i>	7 000	0.05	350 €
<i>Budget en frais annuel</i>				1 200 €
<i>Cycle de vie sur 50 ans</i>				60 000 €

Les objectifs de développement durable de ce projet réduisent considérablement les coûts d'entretien du site car le projet permettra à la rivière d'évoluer naturellement.

Précédemment, les dépenses sur ce site étaient trois fois supérieures à ces prévisions, l'héritage pour ce projet et donc très positif.

L'entretien de l'épi peut être abandonné si le lit de la rivière se stabilise durablement en fonction des attentes sur le site.

4.3 Récapitulatif du chiffrage

Ce qu'il faut retenir du chiffrage :

- Coût des travaux pour le seuil 68 000 € HT,
- Etudes PRO et Maîtrise d'œuvre : 12 500 € HT,
- Une marge d'imprévus de 10 %, soit environ 8 000 € HT,
- Un budget global de 88 500 € HT.

Les coûts d'entretien sont réduits car ce projet donne à la rivière le potentiel d'évoluer naturellement.

5. Modification compensatoire au seuil Dugradus

5.1 Atteintes des objectifs

Ce chapitre revient sur les objectifs de l'opération

5.1.1 La continuité écologique

Le transit sédimentaire pendant les crues sera contrôlé mais totalement libéré par rapport aux usages anthropiques.

Les pentes maximales seront de 1% sur les radiers naturels structurés par la granulométrie naturelle (granulométrie structurante). La continuité piscicole sera donc rétablie pour toutes les espèces.

5.1.2 Amélioration du fonctionnement naturel de la rivière

Le fonctionnement écologique du secteur sera amélioré avec cette gestion du site :

- La perte de la fosse de dissipation du seuil ne sera pas pénalisante car ce secteur comportera de vastes mouilles naturelles,
- La présence de deux radiers transversaux sur 5 000 m² sera très importante pour la petite faune et les alevins qui trouveront un milieu plus diversifié qui fait défaut au reste du lit mineur de l'Ardèche,
- Ces radiers transversaux seront importants pour filtrer l'eau à travers la zone hyporhéique du fond. Ils permettront d'améliorer la qualité physique de la rivière,
- Le nouveau tracé suivi par le lit mineur sera diversifié dans ces écoulements. Il sera allongé de 50 m ce qui sera positif pour les habitats et ce qui améliorera les conditions de vie de la faune,
- Les écoulements seront maîtrisés en crue pour maintenir durablement le secteur avec des alluvions sur la roche mère,
- Lors des étiages, les écoulements dans un lit mineur étroit limiteront la stagnation de l'eau au soleil et donc son réchauffement.

5.1.3 Maintien des usages touristiques et sportifs du secteur

Les usages anthropiques seront améliorés par cette gestion du seuil :

- La rive gauche avec la voirie sera soulagée des pressions hydrauliques,
- Les plages existantes seront préservées et agrandies pour la fréquentation touristique,
- Les entraînements de canoë pourront se faire sur deux plans d'eau (sur le plan d'eau actuel, en amont du seuil et sur le plan d'eau naturel à l'aval du seuil).

5.1.4 Maintien des usages sportifs de canoë

Les usages d'entraînement en canoë seront améliorés par ce projet :

- Le seuil est dégradé (présence de plusieurs échancrures). La retenue du seuil se vide de 70 cm et plus sous le module. Cette vidange induit un affleurement des alluvions sur la ligne d'eau, ainsi la partie aval, proche du seuil, n'est plus assez profonde pour pagayer.
- La passe à bateau est perchée en amont à cause de la rupture de la crête mais elle est aussi perchée en aval de 60 cm car la rivière s'est incisée.



Figure 26 : Photographies de la passe à canoë et du plan d'eau en amont du seuil

Avec le projet, la passe à bateau sera supprimée mais le niveau des matériaux en amont et dans l'influence du seuil restera le même car une partie du seuil sera conservée comme épi déflecteur pour maintenir les alluvions au même niveau.

La dévalaison des canoës vers le plan d'eau inférieur sera possible en passant par le nouveau lit mineur de rive droite.

La zone où le seuil sera supprimé sera une zone d'eau libre où le lit vif sera maintenu assez étroit (vitesses d'écoulement plus importantes) et où il sera possible de pratiquer ce sport en eau vive. Ainsi, les pratiquants bénéficieront de trois espaces différents.

Le retour du plan d'eau aval est possible par la plage en rive droite à 300 m de la base, via le chemin en berge droite.



Figure 27 : Illustration du plan d'eau aval et de la plage en rive droite pour le canoë

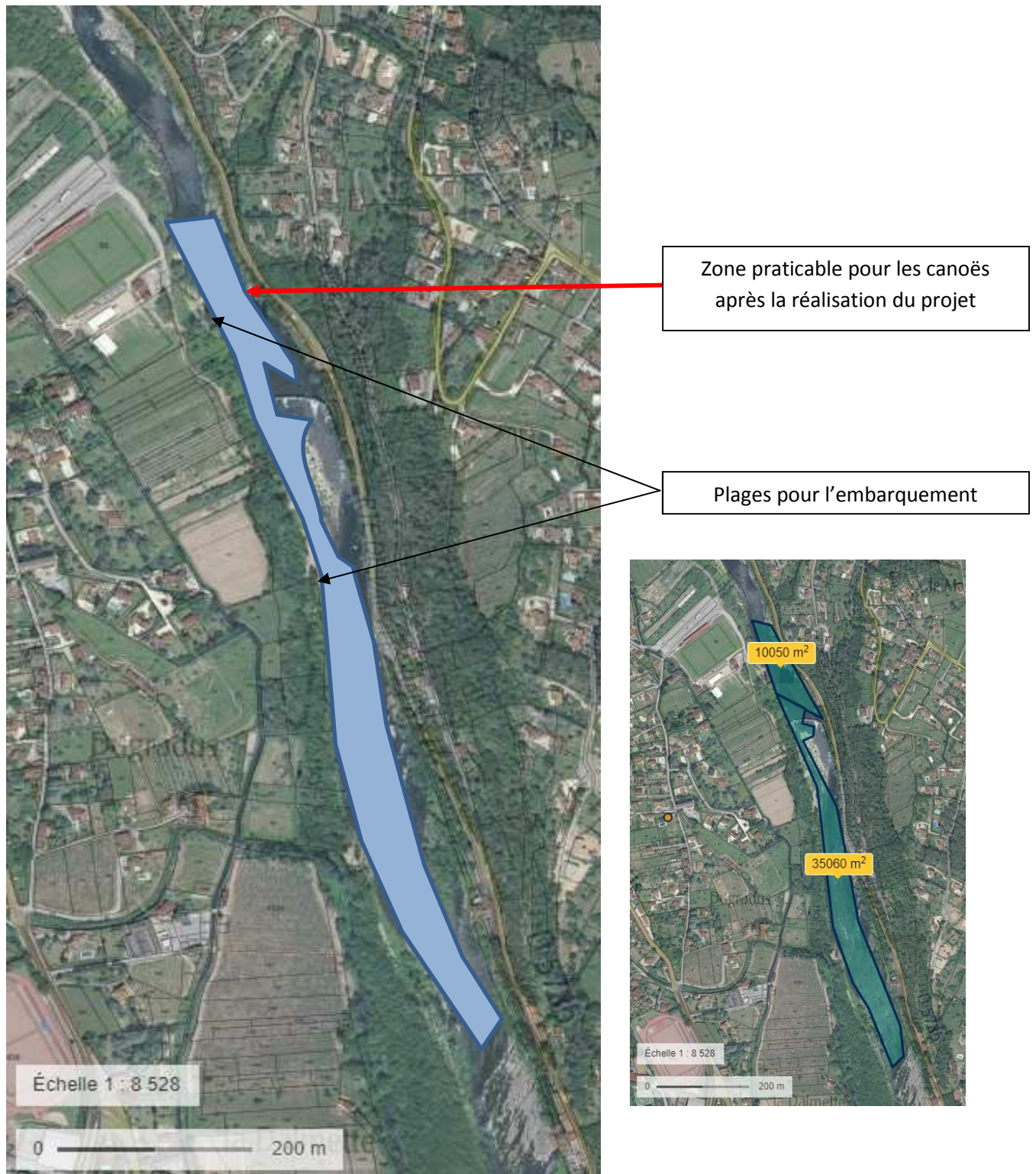


Figure 28 : Localisation de la zone d'entraînement des canoës après travaux

La pratique du canoë pourrait passer d'une surface d'environ 1 ha actuellement à 4 ha après-travaux. 250 m de rivière seront disponibles pour un parcours d'eau vive.

5.1.5 Etablissement d'un projet humainement acceptable pour la population riveraine de l'Ardèche

Le projet est envisagé avec des mesures qui garantiront un fonctionnement durable sans le seuil :

- La rive gauche de l'Ardèche (avec la voirie) sera soulagée d'un entretien à court terme,
- Le projet conservera les traces historiques des activités de la vallée (en conservant une partie du seuil avec le canal),
- Le projet limitera les coûts d'entretien d'ouvrages (seuil et passe à canoë),
- Le démantèlement partiel limitera le coût de l'opération et donnera des avantages hydrauliques au secteur,
- **Les objectifs de développement durable réduiront considérablement les coûts d'entretien du site,**
- **L'héritage sera positif,**
- **L'effacement du seuil permettra d'obtenir une importante subvention du projet (80%).**

6. Montage du projet Dugradus

6.1 Coût du projet d'effacement du seuil Dugradus

Le chiffrage en AVP :

- Coût des travaux pour le seuil 68 000 Euros HT,
- Etudes PRO, DLE et Maîtrise d'œuvre : 12 500 € HT,
- Incertitudes des marchés de travaux : une marge de 10% peut être appliquée à chaque prix.

Soit un budget de 88 500 Euros HT et 106 200 euros TTC

6.2 Financement du projet d'effacement du seuil Dugradus

Ce projet prévoit l'effacement complet du seuil ce qui permettra de retrouver un fonctionnement naturel amélioré du lit mineur et donc un financement proche de 80% sur les travaux.

Le coût est de 106 200 Euros TTC.

Le projet ne fonctionnera qu'avec la réalisation de tous les paramètres décrit dans ce rapport :

- **Effacement des 2/3 du seuil,**
- **Maintien de deux radiers en restauration du lit mineur,**
- **Réemploi sur site des matériaux.**

Les travaux de mise en œuvre sont urgents car le seuil menace de se ruiner et le lit vif se dégrade. Les éléments et objectifs de ce projet réduisent considérablement les coûts d'entretien du site car le projet permettra à la rivière d'évoluer naturellement.