



FDRTM Génos – Torrent du Rioulong

Travaux de remplacement des seuils 16 et 17, et aménagements complémentaires

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES ET PARTICULIERES (CCTP)

Juin 2026

Agence de Restauration des Terrains en Montagne des Pyrénées
Service RTM des Hautes-Pyrénées et des Pyrénées-Atlantiques
Centre Kennedy, rue Jean-Loup Chrétien, BP 1312
65013 Tarbes cedex 9
rtm.tarbes@onf.fr

Rédaction	Marine CAZY	Ingénieure géotechnicienne agence RTM des Pyrénées
Contribution	Arnaud Maisondieu	Géomaticien RTM 64/65
	Sébastien Nogué	Ingénieur structure, NSi

Pièces annexes au CCTP :

- [Annexe 1] Plans d'implantation des seuils et ouvrages annexes, profils en long et profils en travers ;
- [Annexe 2] Plans de détail des ouvrages auto-stable et ferrailage.
- [Annexe 3] - Plan de gestion et de coordination (PGC) – entreprise SOCOTEC.

© ONF-RTM, 2026, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse de l'organisme



Sommaire

PREAMBULE	8
1. OBJET DU MARCHÉ	9
1.1. GENERALITES	9
1.2. LOCALISATION DU PROJET	9
1.3. OBJECTIFS ET NATURE DES TRAVAUX.....	12
1.4. CONSISTANCE DES TRAVAUX	13
1.5. VISITE PREALABLE ET CONNAISSANCE DU SITE	14
1.6. DELAI D'EXECUTION	14
2. ASSURANCE DE LA QUALITÉ / CONDITIONS DE CONTRÔLE DE L'EXÉCUTION	15
2.1. PLAN D'ASSURANCE QUALITE (PAQ)	15
2.1.1. Phases d'établissement et d'application du PAQ.....	15
2.1.2. Coordination en matière de sécurité et de protection de la santé (SPS)	16
2.1.3. Plans et études d'exécution.....	16
2.1.4. Dossier de récolement et de maintenance	17
2.2. CONTROLES EXTERIEURS.....	18
2.2.1. Points d'arrêt.....	18
2.2.2. Contrôles techniques des travaux	19
2.3. REUNIONS ET SUIVI DE CHANTIER	19
3. PRESCRIPTION GENERALE DE TRAVAUX	20
3.1. PROTECTION DE LA FAUNE AQUATIQUE ET DES ESPECES PROTEGEES.....	20
3.2. PHASAGE GENERAL DES TRAVAUX	21
3.3. INSTALLATION DE CHANTIER ET ACCES.....	25
3.3.1. Formation et sensibilisation du personnel	25
3.3.2. Installation et repli	25
3.3.3. Accès existant	25
3.3.4. Pistes provisoires	26
3.3.5. Zones de mise en défens et protection physique du milieu	27
3.4. RESEAU	28
3.5. IMPLANTATION DES OUVRAGES	29
3.6. COACTIVITE AVEC LA PISTE VTT	29
3.7. PECHE ELECTRIQUE	30
3.8. DERIVATION ET GESTION DU TORRENT DURANT LE CHANTIER	31
3.8.1. Phasage de la déviation	31

3.8.2.	<i>Gestion des eaux et des matières en suspension</i>	32
3.8.3.	<i>Entretien et surveillance</i>	32
3.8.1.	<i>Veille météorologique</i>	33
3.9.	DEMOLITION SUPERVISEE DES SEUILS EXISTANTS	34
3.10.	GESTION DES MOUVEMENTS DE MATERIAUX	34
3.10.1.	<i>Principes généraux</i>	34
3.10.1.	<i>Nature des déblais, tri des matériaux et réemploi</i>	35
3.10.2.	<i>Matériaux à acheminer</i>	35
3.10.3.	<i>Zones de stockage</i>	36
3.11.	ADAPTATION AUX CONDITIONS DE TERRAIN	37
3.11.1.	<i>Adaptation des fondations</i>	37
3.11.2.	<i>Gestion des blocs en place</i>	37
3.11.3.	<i>Ajustement des profils et des ouvrages</i>	37
3.12.	EXIGENCES GENERALES DE CONFORMITE DES FOURNITURES	37
3.13.	RE VEGETALISATION DES BERGES	38
3.14.	ESPECES VEGETALES INVASIVES – BUDDLEIA	38
4.	TRAVAUX DE TERRASSEMENTS	39
4.1.	DESCRIPTION DES TRAVAUX	39
4.2.	METHODES D'EXECUTION	39
4.2.1.	<i>Terrassements en déblais</i>	39
4.2.2.	<i>Mise en œuvre des remblais</i>	40
4.2.3.	<i>Tolérances et contrôles</i>	40
5.	TRAVAUX DE REALISATION DES SEUILS EN BETON ARME	40
5.1.	DESCRIPTION DES AUTO-STABLES	40
5.2.	SPECIFICATION DES FOURNITURE	41
5.3.	METHODE D'EXECUTION DES TRAVAUX	42
5.3.1.	<i>Préparation des assises</i>	42
5.3.2.	<i>Mise en œuvre des coffrages</i>	42
5.3.3.	<i>Mise en place des armatures</i>	43
5.3.4.	<i>Bétonnage</i>	45
5.3.5.	<i>Dispositifs de drainage</i>	52
5.3.6.	<i>Couronnement de la cuvette et des ailes auto-stable</i>	52
5.3.7.	<i>Joint de compression</i>	53
6.	TRAVAUX DE REALISATION DES AILE EN ENROCHEMENTS BETONNES ET OUVRAGES ANNEXES	55
6.1.	EXTREMITES D'AILES EN ENROCHEMENTS BETONNES	55
6.1.1.	<i>Description</i>	55
6.1.2.	<i>Spécification de la fourniture</i>	56

6.2.	DESCRIPTION DES OUVRAGES ANNEXES CONSTITUANT LE DISPOSITIF ET SPECIFICATION DE LA FOURNITURE	57
6.3.	MICRO-MINAGE DE BLOCS.....	61
6.4.	DESCRIPTION DE LA REPRISE DU SEUIL 14	62
6.5.	METHODE D'EXECUTION DES TRAVAUX	62
6.5.1.	<i>Mise en œuvre des enrochements.....</i>	<i>62</i>
6.5.2.	<i>Tranchée drainante.....</i>	<i>64</i>
7.	CLAUSES ENVIRONNEMENTALES GENERALES	66
7.1.	GESTION DES SUBSTANCES POTENTIELLEMENT POLLUANTES	66
7.2.	PROTECTION DES COURS D'EAU	66
7.3.	PROTECTION DES MILIEUX NATURELS	66
7.4.	GESTION DES DECHETS.....	66
7.5.	DECOUVERTE D'ESPECES SENSIBLES	66
7.6.	GESTION DES POLLUTIONS ACCIDENTELLES	67
7.7.	BRUIT.....	67

PREAMBULE

Les dispositions du présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (C.C.T.P.) s'appliquent aux travaux de reprise des seuils n°16 et n°17 du torrent du Rioulong (ouvrages en béton armé et enrochements bétonnés), ainsi qu'à la réalisation des ouvrages annexes associés (terrassements, enrochements libres, dispositifs de drainage et aménagements de berge).

Les travaux s'inscrivent dans un contexte de torrent de montagne à dynamique active (crues liquides et laves torrentielles), avec présence de charriage solide et contraintes d'accès marquées. Les ouvrages sont conçus selon une approche robuste et adaptable, visant à guider les écoulements sans rechercher un confinement strict.

Les normes suivantes sont applicables :

- **Géotechnique – fondations – interactions sol/structure :**
 - NF EN 1997-1 (Eurocode 7) – Calcul géotechnique – Règles générales ;
 - NF P 94-261 – Ouvrages de soutènement – règles de calcul (compléments nationaux).
- **Béton armé – ouvrages hydrauliques :**
 - NF EN 1990 : Eurocode 0 – Bases de calcul des structures ;
 - NF EN 1991 : Eurocode 1 – Actions sur les structures ;
 - NF EN 1992-1-1 (Eurocode 2) – Calcul des structures en béton ;
 - NF EN 206/CN – Béton – spécification, performance, production et conformité ;
 - NF EN 13670 – Exécution des structures en béton ;
 - NF EN 10080 – Aciers pour béton armé.
- **Terrassements – matériaux – enrochements :**
 - NF P 11-300 – Classification des matériaux utilisables en remblais et couches de forme ;
 - NF EN 13242 – Granulats pour matériaux traités et non traités ;
 - Recommandations techniques relatives aux ouvrages en enrochements (guide technique type CETMEF/CEREMA).
- **Géotextiles – drainage :**
 - NF EN 13252 – Géotextiles pour drainage ;
 - NF EN ISO 10319 – Essais de traction des géotextiles.
- **Travaux en cours d'eau – environnement :**
 - Code de l'environnement – dispositions relatives à la loi sur l'eau (articles L.214-1 et suivants) ;
 - Prescriptions des services de l'État (DDT, OFB) relatives aux travaux en lit mineur ;
 - Recommandations techniques relatives à la protection des milieux aquatiques et des espèces (notamment Desman des Pyrénées).
- **Références générales d'exécution :**
 - Code du travail – travaux en site contraint (pente, lit mineur, proximité d'écoulement) ;
 - Recommandations professionnelles en matière de sécurité (CSPS) ;
 - Prescriptions des fabricants (béton, aciers, géotextiles, dispositifs métalliques).

Les prescriptions du présent CCTP ne présentent pas un caractère limitatif. L'entrepreneur est réputé connaître l'ensemble des normes, règles professionnelles, documents techniques unifiés, guides techniques et prescriptions fabricants applicables aux ouvrages considérés. Il devra en assurer l'application intégrale, même si ces dispositions ne sont pas explicitement mentionnées dans le présent document.

1. OBJET DU MARCHÉ

1.1. GENERALITES

Le présent CCTP fixe les modalités techniques de réalisation des travaux de reprise des seuils n°16 et n°17 du torrent du Rioulong en béton armé et enrochements bétonnés, ainsi que des ouvrages annexes associés (terrassements, enrochements, dispositifs de drainage et aménagements de berge).

Le pouvoir adjudicateur est :

Direction Départementale et Territoriale des Hautes-Pyrénées (DDT65)

Le maître d'œuvre est :

ONF – Service RTM des Hautes-Pyrénées et des Pyrénées-Atlantiques

Marché unique :

- Sans allotissement ;
- Sans tranche optionnelle ;
- Variantes autorisées, notamment pour les méthodes de fixation / définition des cornières métalliques – Obligation de répondre à l'offre de base.

Les pièces annexées au présent CCTP sont listés en 1ere page.

1.2. LOCALISATION DU PROJET

Les travaux se situent sur le torrent du Rioulong, en forêt domaniale RTM de Génos, sur la commune de Génos. Les accès se font par la commune de Loudenvielle



Figure 1 : Localisation de la zone de travaux sur fond IGN

Le secteur concerné correspond à un tronçon équipé de seuils de correction torrentielle existants (notamment seuils n°14, 16 et 17), présentant aujourd'hui des désordres et des dysfonctionnements hydrauliques liés aux évolutions du lit et aux interventions passées.



Figure 2 : Cartographie des ouvrages recensés au sein de la forêt domaniale

Le site se caractérise par :

- Un environnement de torrent de montagne à forte dynamique ;
- Un lit mobile avec transport solide important ;
- Des accès contraints nécessitant des engins adaptés ;
- Une sensibilité environnementale (milieu aquatique, présence potentielle du Desman des Pyrénées).

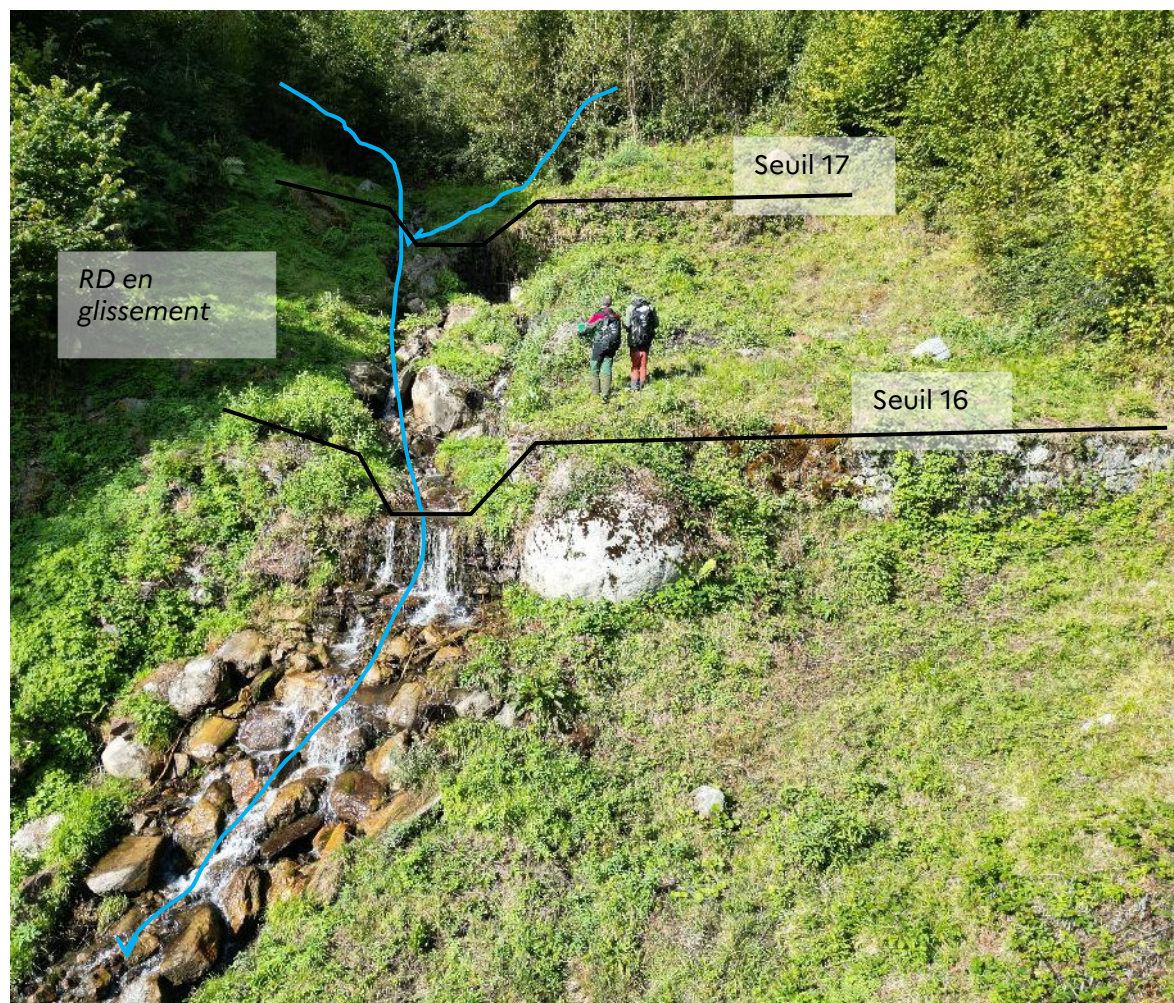
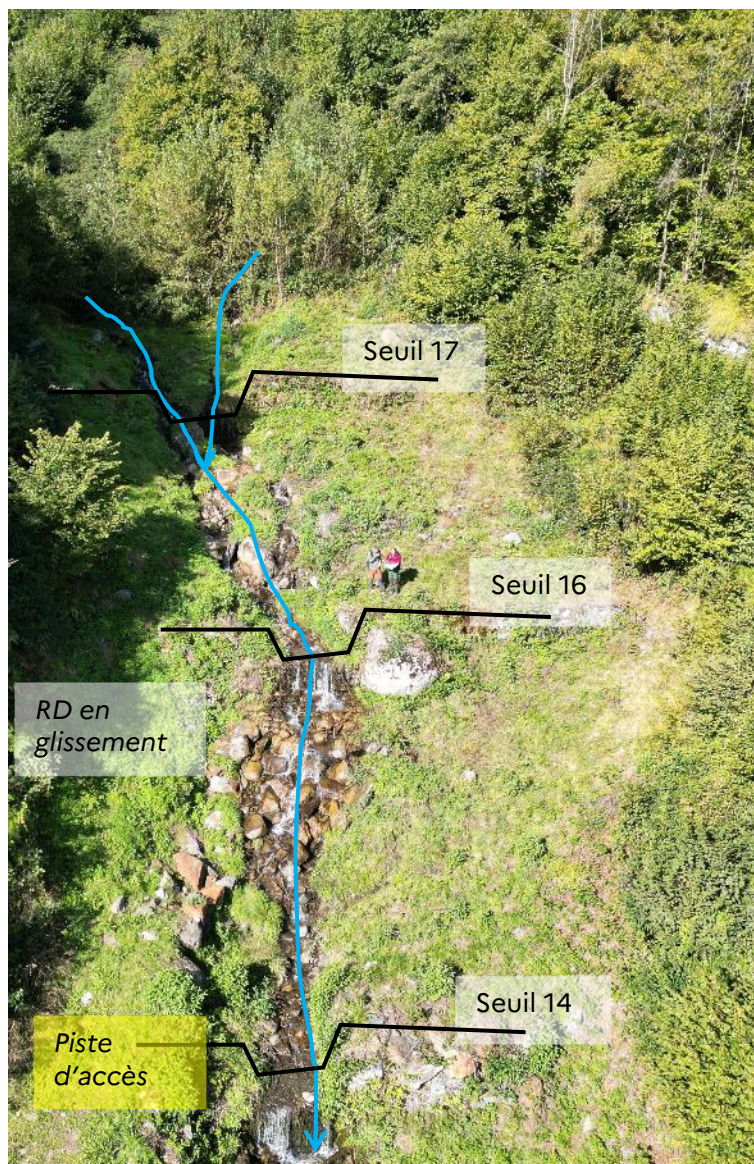


Figure 3: Photos drone de la zone de travaux

1.3. OBJECTIFS ET NATURE DES TRAVAUX

Les travaux ont pour objectif de restaurer le bon fonctionnement hydraulique et morphologique du tronçon, en assurant la pérennité des ouvrages existants et en limitant les désordres localisés. La stratégie retenue repose sur une approche rustique, robuste et adaptable, adaptée au contexte torrentiel. Elle vise :

- À rétablir une géométrie fonctionnelle des seuils ;
- À recentrer les écoulements et limiter les sollicitations latérales ;
- À limiter les phénomènes d'affouillement localisé ;
- À assurer la continuité hydraulique et le transit sédimentaire ;
- À maintenir un fonctionnement global souple, sans confinement strict des écoulements en crue.

Les travaux comprennent principalement :

- La reprise des seuils n°17 et n°16 en béton armé auto-stable et les extrémités d'aile en enrochements bétonnés ;
- La reprise partielle du seuil n°14 ;
- La réalisation d'ouvrages annexes (radiers, protections de berge, matelas en enrochements, entonnement, drainage) ;
- Des travaux de reprofilage du lit et de gestion des matériaux ;
- Des interventions ponctuelles (micro-minage, déplacement de blocs, ajustement du lit).

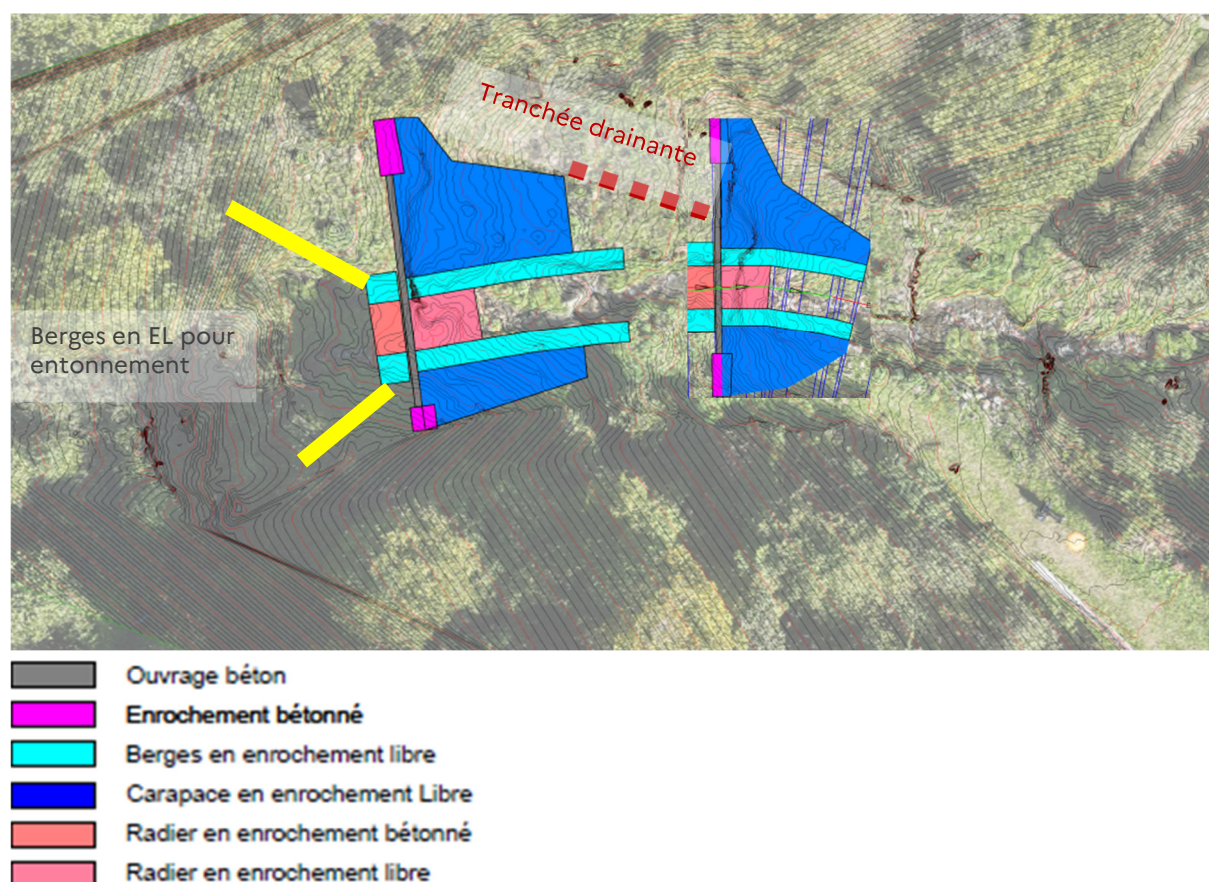


Figure 4: schéma de l'implantation des ouvrages béton armé auto-stable et ouvrages annexes aux seuils

Pour les deux seuils à réaliser, le dispositif retenu combine un ouvrage principal en béton armé auto-stable coulé en place et des prolongements en enrochements bétonnés aux extrémités. Ce choix vise à adapter la structure aux contraintes hydrauliques, géotechniques et de site.

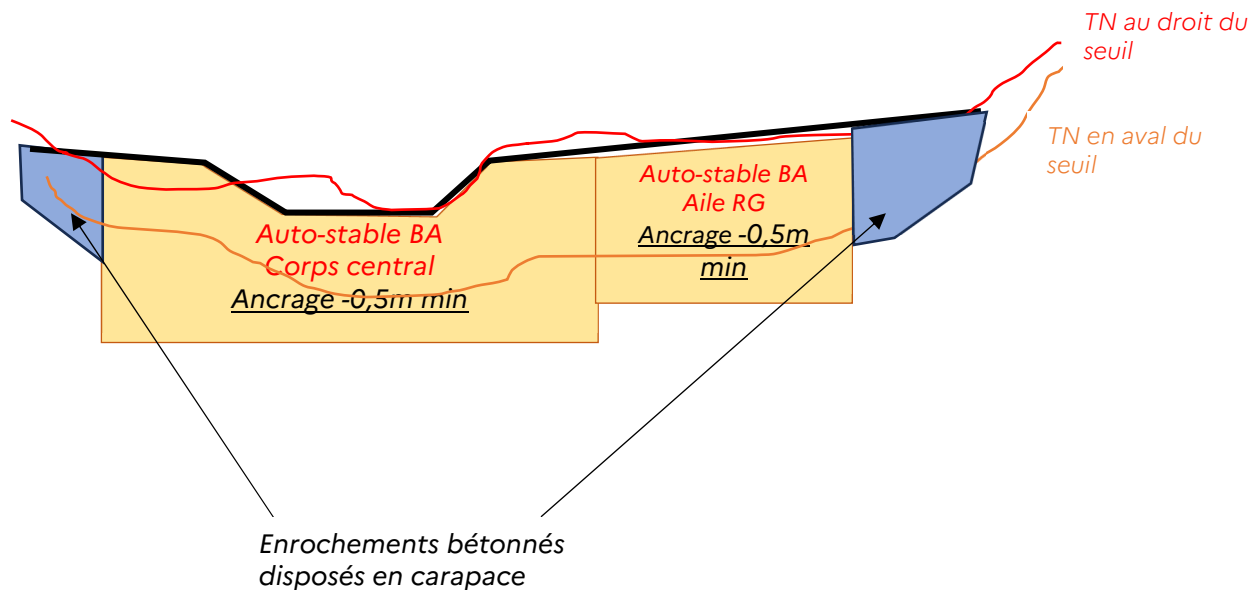


Figure 5: schéma localisant les typologies d'ouvrage retenues pour les seuils

Les ouvrages sont conçus sans recherche de rigidification excessive du lit, en cohérence avec les principes de correction torrentielle. Certains dispositifs (radiers, enrochements) sont volontairement évolutifs et pourront nécessiter des ajustements dans le temps.

Aucune mission géotechnique d'exécution de type G3 n'est prévue. L'entreprise devra adapter ses méthodes aux conditions réellement rencontrées (substrat, blocs en place, présence d'eau) et signaler toute difficulté au maître d'œuvre.

1.4. CONSISTANCE DES TRAVAUX

Le marché comprend l'ensemble des prestations nécessaires à la réalisation complète des ouvrages.

• Travaux préparatoires

- Études d'exécution (EXE) :
 - o adaptation des ouvrages aux conditions réelles du terrain ;
 - o plans d'exécution des seuils, radiers et ouvrages annexes ;
 - o phasage des travaux et gestion des écoulements ;
- Élaboration du PAQ ;
- Établissement du PPSPS si nécessaire ;
- Installation de chantier et organisation des accès ;
- Implantation et piquetage des ouvrages ;
- Reconnaissance préalable et démarches réglementaires.

• Travaux en lit mineur

- Mise en place des dispositifs de dérivation des eaux ;
- Démolition et reprise d'ouvrages existants (gabions, blocs, etc.) ;
- Terrassements, tri et réemploi des matériaux ;

- Réalisation des seuils en béton armé ;
 - Réalisation des extrémités d'aile des seuils en enrochements bétonnés ;
 - Mise en œuvre des ouvrages annexes (radiers, enrochements, protections de berge, drainage) ;
 - Ajustement du lit et des écoulements.
- **Remise en état**
 - Reprofilage et nettoyage des zones de travaux ;
 - Remise en état des accès et zones de stockage ;
 - Évacuation des installations de chantier ;
 - Réalisation du dossier de récolement (DOE).

1.5. VISITE PREALABLE ET CONNAISSANCE DU SITE

L'entreprise est réputée avoir pris connaissance complète du site et de ses contraintes. La visite est fortement recommandée. Elle devra notamment prendre en compte :

- Les conditions d'accès (piste, lit du torrent, zones pentues) ;
- Les contraintes de travail en lit mineur (présence d'eau, variations de débit) ;
- La présence de blocs et matériaux hétérogènes ;
- Les contraintes d'installation et de gestion des mouvements de terre (zones de stockage limitées) ;
- Les conditions hydrologiques et météorologiques (crues possibles, orages) ;
- Les contraintes environnementales ;
- La gestion des eaux pendant les travaux ;
- La nécessité d'adapter les ouvrages aux conditions réelles du terrain.

Aucune plus-value ne pourra être demandée pour des contraintes prévisibles.

1.6. DELAI D'EXECUTION

Le délai d'exécution prévisionnel est le suivant :

- Période de préparation : 1 mois ;
Durée des travaux 13 semaines dont 11 semaines en lit mineur.
- La date prévisionnelle de début de préparation du chantier est le 24/07/2026 ;
- La date prévisionnelle de début des travaux est le 24/08/2026 ;
- La date prévisionnelle de fin des travaux est le 13/11/2026.

L'entreprise devra intégrer le risque d'aléas de chantier (crues, conditions de fondation, adaptations techniques), pouvant entraîner des interruptions temporaires ou une prolongation des délais.

Les délais indiqués ci-dessus sont établis sur la base d'un démarrage des travaux en 2026. Toutefois, en fonction des délais administratifs en cours d'instruction — retour de la DREAL Occitanie sur le volet espèces protégées, instruction par la DDT 65 de la procédure loi sur l'eau (reconnaissance d'antériorité), et délai de notification du marché — le chantier pourra être reporté à l'automne 2027 selon les mêmes dispositions techniques, environnementales et réglementaires que celles définies au présent CCTP.

2. ASSURANCE DE LA QUALITÉ / CONDITIONS DE CONTRÔLE DE L'EXÉCUTION

2.1. PLAN D'ASSURANCE QUALITE (PAQ)

2.1.1. Phases d'établissement et d'application du PAQ

Le titulaire établit un Plan d'Assurance Qualité (PAQ) décrivant l'organisation, les moyens et les procédures garantissant la conformité des travaux aux prescriptions du marché. Le PAQ est soumis au visa du maître d'œuvre avant le démarrage des travaux.

- **Pendant la période de préparation**

Le PAQ précisera notamment :

- L'organisation générale du chantier (moyens humains et matériels adaptés au contexte torrentiel) ;
- Le planning prévisionnel d'exécution, intégrant les contraintes hydrauliques et environnementales ;
- Les procédures d'exécution des principales phases :
 - o dérivation des eaux,
 - o terrassements et gestion des matériaux,
 - o réalisation des seuils en béton armé,
 - o mise en œuvre des enrochements (radiers, protections de berge, matelas) ;
- Les modalités de gestion des eaux pendant les travaux (dérivation, exhaure, décantation) ;
- Les fiches techniques et certificats des matériaux (béton, aciers, géotextiles, enrochements, cornières) ;
- Les modalités de contrôle interne ;
- Le plan d'installation de chantier et des accès.

- **Pendant la réalisation**

Le PAQ sera actualisé si nécessaire et comprendra :

- Le suivi des conditions réelles rencontrées (fondations, présence de blocs, écoulements) ;
- La traçabilité des matériaux utilisés ;
- Les comptes rendus et procès-verbaux des contrôles internes ;
- Les adaptations techniques validées en cours de chantier.

- **À l'achèvement des travaux**

Le titulaire fournira :

- Le PAQ exécuté ;
- Les plans de récolement ;
- Les fiches techniques des matériaux mis en œuvre ;
- Une notice d'entretien et de suivi des ouvrages (seuils, radiers, enrochements, drainage).

2.1.2. Coordination en matière de sécurité et de protection de la santé (SPS)

Au regard de la nature des travaux projetés, le recours à une mission de coordination en matière de sécurité et de protection de la santé (SPS) est requis, voir PGC joint.

Cette obligation est notamment justifiée par la réalisation d'ouvrages en élévation, en particulier le couronnement des seuils, exécuté hors dispositifs d'échafaudage conventionnels. Ces interventions exposent les opérateurs à un risque particulier de chute de hauteur au sens de la réglementation en vigueur.

En complément, les conditions d'exécution du chantier renforcent la nécessité d'une organisation rigoureuse en matière de sécurité, notamment :

- La réalisation simultanée de plusieurs postes de travail (terrassements, génie civil, enrochements, drainage), y compris en l'absence de coactivité entre entreprises distinctes ;
- Une cadence d'exécution soutenue liée aux contraintes hydrologiques, avec une fenêtre d'intervention réduite en lit mineur ;
- Des conditions d'intervention spécifiques en site torrentiel (terrain irrégulier, instabilité locale, proximité d'écoulements, accès contraints).

Le titulaire devra intégrer dans son organisation l'ensemble des dispositions nécessaires à la prévention des risques et à la protection des intervenants. À ce titre, il devra notamment :

- Etablir un Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS) adapté aux spécificités du chantier ;
- Privilégier la mise en place de protections collectives (garde-corps, lignes de vie, platelages, sécurisation des accès) ;
- Définir des modes opératoires sécurisés pour les travaux en hauteur, les interventions en zones instables et les travaux en proximité d'écoulements ;
- Assurer la formation et l'information du personnel aux risques spécifiques du chantier (site torrentiel, instabilité des terrains, variations de débit, manutention de blocs) ;
- Mettre en place des procédures d'alerte et d'évacuation en cas de crue, d'événement météorologique ou de situation accidentelle.

L'ensemble de ces dispositions devra être formalisé dans les documents d'organisation du chantier, et notamment dans le Plan d'Assurance Qualité (PAQ), et soumis à la validation du maître d'œuvre et du coordonnateur SPS préalablement au démarrage des travaux.

2.1.3. Plans et études d'exécution

L'entreprise est responsable des études d'exécution, notamment :

- Implantation détaillée des seuils et ouvrages annexes ;
- Définition des niveaux (cotes de radier, couronnement, raccordements) ;
- Dimensionnement des éléments en béton armé (hors conception générale fournie) ;
- Définition des dispositions de drainage (barbacanes, tranchées drainantes, exutoires) ;
- Adaptation des ouvrages en enrochements aux conditions réelles ;
- Phasage des travaux et gestion des écoulements.

Les documents d'exécution sont soumis au visa du maître d'œuvre avant toute réalisation.

Compte tenu du contexte torrentiel, les profils et dimensions définis au projet pourront être ajustés en fonction des conditions réellement rencontrées (substrat, blocs en place, écoulements). Toute adaptation devra être justifiée et validée par le maître d'œuvre.

2.1.4. Dossier de récolement et de maintenance

L'entreprise fournira un dossier comprenant :

- Les plans conformes à l'exécution (implantation, altimétrie, géométrie des ouvrages) ;
- Un relevé topographique de fin de chantier ;
- Les caractéristiques des matériaux mis en œuvre (béton, aciers, enrochements, géotextiles) ;
- Les résultats des contrôles réalisés ;
- Le suivi des adaptations réalisées en cours de chantier ;
- Une notice d'entretien précisant :
 - o les points à surveiller (couronnement, joints, radiers, enrochements, drainage),
 - o la fréquence des inspections,
 - o les interventions d'entretien courant.

Le dossier sera fourni en format numérique (PDF) et en version papier.

2.2. CONTROLES EXTERIEURS

2.2.1. Points d'arrêt

Certaines phases de travaux sont soumises à validation préalable du maître d'œuvre. Un préavis minimum de 48 heures est requis.

Point d'arrêt	Délais de préavis
VISA des études d'exécution	<u>5 jours</u>
Implantation et piquetage des ouvrages	<u>5 jours</u>
Contrôle des fournitures et matériaux livrés	2 jours
Validation des dispositifs de dérivation des eaux	2 jours
Validation des fonds de fouille pour chaque seuil : - Des seuils auto-stable ; - Des extrémités d'aile en enrochements bétonnés ; - Des radiers sous cuvette ; - Des matelas dissipatifs en aile.	2 jours
Mise en place des aciers et coffrage avant bétonnage	2 jours
Réalisation du béton (condition de mise en œuvre)	2 jours
Mise en œuvre des premiers éléments en enrochements pour le radier sous cuvette	2 jours
Ouverture de la tranchée drainante et condition de mise en œuvre du géotextile anti-contaminant	2 jours
Réception des ouvrages avant remise en eau	<u>5 jours</u>

En l'absence de réponse du maître d'œuvre à l'issue du délai de préavis, l'entreprise peut poursuivre les travaux.

2.2.2. Contrôles techniques des travaux

Les contrôles portent notamment sur :

Point de contrôle	Indicateur
Terrassements	Conformité des fouilles Adaptation aux conditions rencontrées (blocs, substrat) Gestion des eaux
Fondations	Qualité du fond de forme Mise en place des couches de substitution si nécessaire Stabilité des zones de travail
Ouvrages en béton	Positionnement et altimétrie des seuils Conformité des aciers et coffrages Qualité du béton (classe, mise en œuvre, cure) Continuité des ouvrages (liaisons, joints). Drainage : bon positionnement des barbacanes, continuité des dispositifs drainants
Enrochements	Calibre des blocs Mise en place et imbrication Adaptation au profil du lit Stabilité générale
Tranchée drainante	Continuité du dispositif drainant et écoulement effectif

2.3. REUNIONS ET SUIVI DE CHANTIER

L'entreprise participe aux réunions de chantier organisées par le maître d'œuvre. Un représentant habilité à engager l'entreprise devra être présent. Une réunion hebdomadaire est prévue pendant la durée du chantier. Elle donne lieu à un compte rendu écrit. Le maître d'œuvre pourra effectuer des contrôles inopinés à tout moment.

3. PRESCRIPTION GENERALE DE TRAVAUX

3.1. PROTECTION DE LA FAUNE AQUATIQUE ET DES ESPECES PROTEGEES

Les travaux s'inscrivent dans un contexte de sensibilité environnementale avérée. Un dossier de présentation du projet – volet espèces protégées a été établi. Ce dossier constitue la **pièce de référence contractuelle** sur ce volet. L'ensemble des mesures qui en découlent s'imposent à l'entreprise titulaire sans réserve.

Le site est localisé en zone noire au titre du zonage Desman des Pyrénées (Plan National d'Actions). La présence de l'espèce est considérée comme potentielle. Deux autres espèces protégées sont potentiellement présentes : le Calotriton des Pyrénées et la Crossope aquatique. Les mesures définies ci-après couvrent l'ensemble de ces espèces.

Plusieurs mesures d'évitement (ME) ou mesures de réduction (MR) des impacts sont prévues et directement intégrées dans le CCTP, à savoir :

Mesures	Objet
ME1	Fenêtre travaux lit mineur limitée du 1 ^{er} septembre au 6 novembre
ME2	Zone de mise en défens et protection physique du milieu
ME3	Pêche électrique de sauvegarde préalable
MR1	Démolition supervisée des seuils existants
MR2	Exigences pour dérivation du torrent
MR3	Confinement du laitage béton
MR4	Gestion des hydrocarbures et lubrifiants
MR5	Vérification générale périodique des engins
MR6	Veille météorologique
MR7	Formation et sensibilisation du personnel
MR8	Création de micro-habitat
MR9	Suivi écologue
MR10	Re végétalisation des berges et talus dénudés

Mesure de réduction MR9 Un écologue qualifié est désigné pour l'ensemble de la durée du chantier. Ses missions sont les suivantes :

- **Avant travaux** : participation au VISA du plan d'installation de chantier, validation des zones de mise en défens, animation de la session de formation du personnel ;
- **Phase de démolition** : présence à temps plein, supervision de la procédure de démantèlement, inspection systématique avant chaque rangée de gabions, rédaction du compte-rendu transmis au CEN Occitanie ;
- **Phases sensibles** (bétonnage, remise en eau, entonnement confluence) : présence lors des opérations, contrôle de l'effectivité des mesures ERC, vérification de la compatibilité des profils réalisés avec l'habitat Desman ;
- **Phase de remise en état** : supervision de la remise en eau, contrôle visuel de la turbidité, validation de la revégétalisation, levée des zones de mise en défens ;

L'écologue dispose d'un **pouvoir d'arrêt des travaux** en cas de risque avéré pour les espèces protégées. Tout arrêt sera immédiatement notifié au maître d'œuvre.

3.2. PHASAGE GENERAL DES TRAVAUX

Proposition de phasage au stade DCE, donnée à titre indicatif, à adapter par l'entreprise dans ses études d'exécution et soumise au visa du maître d'œuvre (RTM) et de l'écologue désigné.

Mesure d'évitement ME1 : Les phases 2 à 9, en lit mineur, sont strictement limitées à la fenêtre du 1^{er} septembre au 6 novembre.

Les dispositions technique et environnementales sont imposées à l'entreprise.

Phase	Période	Travaux / Actions	Dispositions techniques et points clés	Points d’attention environnementaux
0. Période de préparation	Juillet-Août 2026	Études d'exécution et démarches administratives	Plans d'installation de chantier, phasage, modes opératoires – VISA fournitures et procédés par RTM et écologue – DICT auprès gestionnaires réseaux – Demande occupation domaine public (mairie Loudenvielle)	Aucuns travaux sur site Coordination avec la mairie pour signalisation piste VTT
1. Préparation du site	S35	Repérage et protection des réseaux si nécessaires	Signalisation, sécurisation et liaison avec gestionnaires	-
		Reprise piste d'accès	Inspection piste (~800 ml) – reprofilage sections dégradées, apport tout-venant 0/31,5 – réfection fossés – signalétique chantier et balisage VTT	-
		Installation chantier et zone de stockage	Bungalows vestiaires/réfectoire – groupe électrogène – fosse toutes eaux – balisage zones stockage – délimitation et balisage physique zones de mise en défens	Base vie à >50 m du cours d'eau – fosse toutes eaux obligatoires, pas de rejet direct – mise en défens effective avant toute intervention
		Implantation des ouvrages	Implantation <u>topographique</u> des seuils <u>et</u> ouvrages annexes, vérification des altitudes et emprises, adaptations aux contraintes de terrain	-
		Préparation opérationnelle avant entrée en lit mineur	Pêche électrique de sauvegarde par opérateur agréé – Formation et sensibilisation du personnel (Desman, mesures de protection, consignes) – Inspection commune CSPS – Préparation matériel dérivation (buses PEHD Ø400, pompes, batardeaux)	Pêche électrique obligatoire avant toute intervention en lit – Fiche Desman remise en main propre à chaque opérateur par l'écologue
2. Déviation des eaux	S36	Mise en place du dispositif de dérivation	Pose 2 buses PEHD Ø400 (~50 ml chacune) en RG, captant les deux branches (Rioulong + Paulède) en amont confluence – grillage anti-pénétration en sortie des buses – batardeaux amont seuil 17	Dimensionné pour 1,5–2 m³/s – dispositif sacrificiel – veille météo renforcée quotidiennement – consigne : dès alerte orange, sortie du lit en moins de 30 min
		Mise en place bassin de décantation	Bassin ~3x2x1 m aval dérivation + filtre gravelette/bottes de paille – test de la dérivation avant tout début de travaux en lit	Test obligatoire : absence de turbidité à l'aval, bassin opérationnel – nettoyage boues selon besoin
3. Démolition des ouvrages existants ⚠ Phase la plus sensible – écologue à temps plein	S36-37	Dépose des seuils anciens 17 puis 16	Dépose mécanique gabions du haut vers le bas , rangée par rangée, mouvements lents – tri sur place : blocs → réemploi, cages métalliques → benne évacuation	Écologue présent et superviseur – peut stopper les travaux à tout moment – tout individu Desman découvert : arrêt immédiat, contact CEN Occitanie. Pour seuil 16 : attention particulière en RG : venues d'eau quasi permanentes – risque plus élevé de présence d'individus
		Tri et réemploi des matériaux	Tri des matériaux (enrochements, drainants), stockage temporaire et réemploi prioritaire	Aucun rejet de matières fines dans le cours d'eau
		Evacuation	Evacuation des matériaux non réutilisables vers filières adaptées	-
4. Terrassements et fouille	S37	Terrassements en déblais	Pelle araignée exclusivement – talus provisoires 1/1 – tri des matériaux (enrochements, gradation des fractions + graveleuse à plus limoneuse), stockage temporaire et réemploi prioritaire Micro-minage des blocs non déplaçables (opérateur spécialisé, vigie amont et aval) Périmètre d'exclusion balisé pendant micro-minage – déblais en RD limités au strict	

			minimum	
5. Bétonnage semelles	S38-39	Ferrailage et bétonnage des semelles	Ferrailage suivant plans EXE – coffrage – bétonnage C30/37 XF3 – centrale à béton sur site (recommandée) ou héliportage ⚠ délai de cure obligatoire : 21 jours minimum (ou résistance C20/25 atteinte et contrôlée) avant remblaiement	Surveillance renforcée qualité eau
6. Bétonnage voile et ailes	S39-41	Ferrailage et bétonnage des voiles auto-stables	Ferrailage HA S500 – mise en place pertuis 400x500 et barbacanes Ø100 – bétonnage C30/37 XF3 en une seule phase si possible ⚠ délai de cure obligatoire : 21 jours minimum avant remblaiement du voile	Surveillance renforcée qualité eau pendant 48h post-coulée
		Pose des tôles métalliques couronnement	Tôles S355 10 mm pré-ployées – ancrages inox GEWI Ø20 mm – lumières de dilatation 4 cm	
		Ailes en enrochements bétonnés	Blocs 0,3–1 T liaisonnés C30/37 XF3 – couche transition 60/180 – raccordement berges	
7. Ouvrages annexes aval	S42-43	Matelas enroché de retour au lit	Enrochements libres 0,3–1 T, contre-pente 10 %	Création volontaire d'interstices et de cachés : mesure de réduction partielle MR8 pour le Desman
		Radier anti-affouillement et protections de berge	Enrochements libres 1–3 T – positionnement blocs pour créer rugosité et diversité de faciès - (pose en boutisse, imbrication) Réglage de la zone d'impact de la chute	
		Reprise seuil 14	Retour géométrie initiale de la cuvette – dépose gabion RG, repositionnement RD – reprofilage lit amont	
8. Remblaiement et ouvrages annexes amont	S44-45	Atterrissement des seuils	Matériaux triés du site (pierres gabions + déblais fouille) Mise en œuvre de la fraction la plus drainante à l'arrière du voile	
		Radier amont	Enrochements bétonnés 0,3–1 T C30/37 XF3	Créer macrorugosité en surface
		Tranchée drainante seuil 16	Tranchée 1,30 m prof. × 0,80 m larg. – drain PEHD Ø200 SN4 – géotextile – raccordement pertuis – fossé enroché vers lit	-
		Entonnement confluence	Suppression des arbustes, reprofilage des branches amont et de la zone de confluence (déblais et remblais), suppression des dépôts et obstacles perturbant les écoulements, déplacement local du lit mineur pour améliorer l'alignement hydraulique, réglage des profils en long et en travers. + blocs de guidage amont confluence Rioulong/Paulède	Vérification par écologue : profil compatible avec habitat Desman
		Ajustement du profil du lit	Réglage longitudinal et transversal pour continuité hydraulique et transit sédimentaire, calage des matériaux en place	

9. Remise en état torrent ⚠ Supervisée par l'écologue	S46	Fermeture des pistes provisoires	Evacuation des matériaux d'apport et terrassements pour retrouver pente dans les atterrissements	
		Démontage dérivation et remise en eau	Vidange bassin décantation – dépose progressive des buses PEHD du bas vers le haut – retrait batardeaux – réouverture lente du lit	Contrôle visuel turbidité aval avant dépose
		Évacuation matériel	Buses, batardeaux, éléments dérivation évacués – zéro déchet laissé sur berge	
		Revégétalisation berges	Ensemencement berges dénudées – semences certifiées provenance locale	Mise en place avant gel – éviter les berges nues hivernales
10. Remise en état générale	S47	Repli chantier et nettoyage	Collecte et évacuation déchets – tri sélectif filières agréées – nettoyage bacs rétention engins – dépose bungalows, groupe électrogène	Zéro déchet laissé sur site ou en berge – contrôle visuel écologue + chef de chantier
		Réhabilitation piste accès	Reprise dévers, rechargement ornières (tout-venant 0/31,5), reprise fossés et traverses – retrait signalétique chantier Constat contradictoire avant intervention	-
		Levée mise en défens et rapport final	Vérification zones protégées – inspection visuelle générale par écologue – rédaction rapport final (bilan Desman, incidents, état milieu)	Rapport transmis au CEN Occitanie et à la DREAL dans les 30 jours suivant fin des travaux
		DOE	Plans de récolement, notice d'entretien, fiches matériaux, rapport écologue	–
11. Suivi post travaux		Contrôle et réception	Vérification des ouvrages, DOE, levée des réserves	

3.3. INSTALLATION DE CHANTIER ET ACCES

3.3.1. Formation et sensibilisation du personnel

Mesure de réduction MR7

Avant tout début de travaux en lit mineur, l'écologue réalisera une session de formation et de sensibilisation de l'ensemble du personnel intervenant sur le chantier. Cette session portera sur :

- La présentation de l'écosystème torrentiel et des espèces protégées potentielles (Desman des Pyrénées, Calotriton des Pyrénées, Crossope aquatique) ;
- Les interdictions et consignes spécifiques au site ;
- Les modalités de signalement en cas de découverte d'un individu.

Une fiche individuelle de consignes sera remise en main propre à chaque opérateur.

3.3.2. Installation et repli

Le chantier se situe en contexte de torrent de montagne, avec accès contraint, terrain pentu et emprises limitées. L'entreprise devra organiser son chantier en tenant compte de ces contraintes. Elle devra notamment assurer :

- L'installation, l'organisation et le repli complet du chantier ;
- La mise en place des dispositifs de sécurité nécessaires pour le personnel, les tiers et les ouvrages existants ;
- La signalisation et le balisage des accès et des zones de travaux ;
- La mise en place éventuelle des zones de stockage, base vie et aires de préfabrication ;
- L'organisation des circulations internes au chantier.

En fin de chantier, l'entreprise procédera :

- Au démontage de l'ensemble des installations ;
- A l'évacuation des matériaux excédentaires et déchets ;
- A la remise en état des zones d'intervention, y compris zones de stockage et accès.

Toutes les sujétions liées aux contraintes du site (accès, pente, conditions hydrauliques et météorologiques) sont réputées incluses dans les prix.

3.3.3. Accès existant

L'accès au site s'effectue par une piste remontant le ruisseau, présentant :

- Une pente élevée ;
- Des virages serrés ;
- Une portance limitée.



Figure 6: Piste d'accès à la zone de travaux

Ces contraintes limitent l'accès aux engins de chantier et excluent notamment les engins lourds de type toupie béton ou camions de fort tonnage. L'entreprise devra adapter ses moyens en conséquence (engins de faible gabarit). À ce stade, un tonnage maximal de l'ordre de 10 tonnes est retenu à titre indicatif, à confirmer en phase EXE.

Une remise en état préalable de la piste sera à réaliser, comprenant :

- Le reprofilage ponctuel ;
- Le traitement des zones dégradées ;
- Des élargissements localisés si nécessaire ;
- La sécurisation des virages.

La piste devra être maintenue en état pendant toute la durée du chantier, puis remise en état en fin d'intervention. Les contraintes d'accès conditionnent l'ensemble de l'organisation du chantier, notamment pour :

- L'acheminement des enrochements ;
- La mise en œuvre du béton.

Deux solutions principales d'acheminement du béton sont envisageables :

- Production sur site (centrale temporaire) ;
- Hélicoptage.

Le choix de la solution relève de l'entreprise. La production sur site est toutefois à privilégier dans la mesure du possible.

3.3.4. Pistes provisoires

Des pistes provisoires seront nécessaires pour permettre l'accès aux différentes zones de travaux. Leur conception et leur implantation devront respecter les principes suivants :

- Limitation des emprises au strict nécessaire ;
- Adaptation au terrain naturel afin de limiter les terrassements ;
- Réduction des interventions dans le lit mineur.

En particulier :

- Le nombre de traversées du torrent devra être limité (objectif : maximum 2) ;
- Les cheminements seront définis en amont et strictement respectés ;
- Toute circulation hors emprise est proscrite.

L'entreprise privilégiera, dans la mesure du possible :

- L'utilisation de matériaux locaux ;
- Des solutions limitant les manutentions.

Une piste provisoire en enrochements pourra être réalisée afin de permettre l'accès au plus près des ouvrages. Les matériaux mis en œuvre pourront être réutilisés en fin de chantier dans les ouvrages (radiers, protections de berge, dispositifs dissipateurs).

En fin de chantier :

- Les pistes provisoires seront entièrement démontées ;
- Les matériaux seront réutilisés ou évacués ;
- Les terrains seront remis en état avec un profil proche de l'état initial.

3.3.5. Zones de mise en défens et protection physique du milieu

Mesure d'évitement ME2

Avant tout début d'intervention sur site, l'entreprise mettra en place un balisage physique de toutes les zones situées hors emprise directe des travaux. Ces zones sont matérialisées sur le plan d'installation de chantier soumis au VISA du maître d'œuvre.

Le dispositif de mise en défens comprend :

- Des clôtures continues en travers du lit mineur, positionnées en amont et en aval de la zone de travaux, raccordées aux berges jusqu'au sommet de celles-ci ;
- Une hauteur minimale de 0,80 m, constituées de matériaux lisses, non franchissables et dépourvus d'aspérités ;
- Un ancrage en pied sur une profondeur minimale de 10 à 20 cm afin d'assurer l'étanchéité au niveau du sol.



Figure 7: Photo d'exemple de clôture à mettre en œuvre

L'emprise du chantier sera strictement limitée au périmètre nécessaire aux travaux et matérialisée sur site. Le nombre d'engins et de personnels sera adapté afin de réduire les risques de dérangement, d'écrasement ou de dégradation des habitats.

Lors des phases initiales de mise à sec, l'entreprise veillera à favoriser la fuite des individus par une **progression lente des engins**, sans mouvement brusque ni mise en charge soudaine.

Il est strictement interdit :

- D'accéder au-delà des zones balisées ;
- D'y déposer des matériaux, équipements ou déchets ;
- D'y faire circuler des engins.

Les zones de mise en défens ne pourront être levées qu'après validation de l'écologue en phase de remise en état finale.

3.4. RESEAU

La DT met en évidence :

- L'absence de réseau dans l'emprise des travaux ;
- La présence de réseau sous la piste d'accès à savoir :
 - o EU et EA de la commune de Loudenvielle, pas de profondeur indiquée, classe de précision pas mentionnée ;
Après réunion avec la commune de Loudenvielle, il s'agirait de réseau d'eau potable.
 - o BT souterrain de ENEDIS à 0,65m de profondeur minimum, classe de précision A.

Les réseaux identifiés ne devraient pas être dans l'emprise des travaux de reprise de la route, opération qui devraient se limiter à du terrassement au droit des virages serrés.

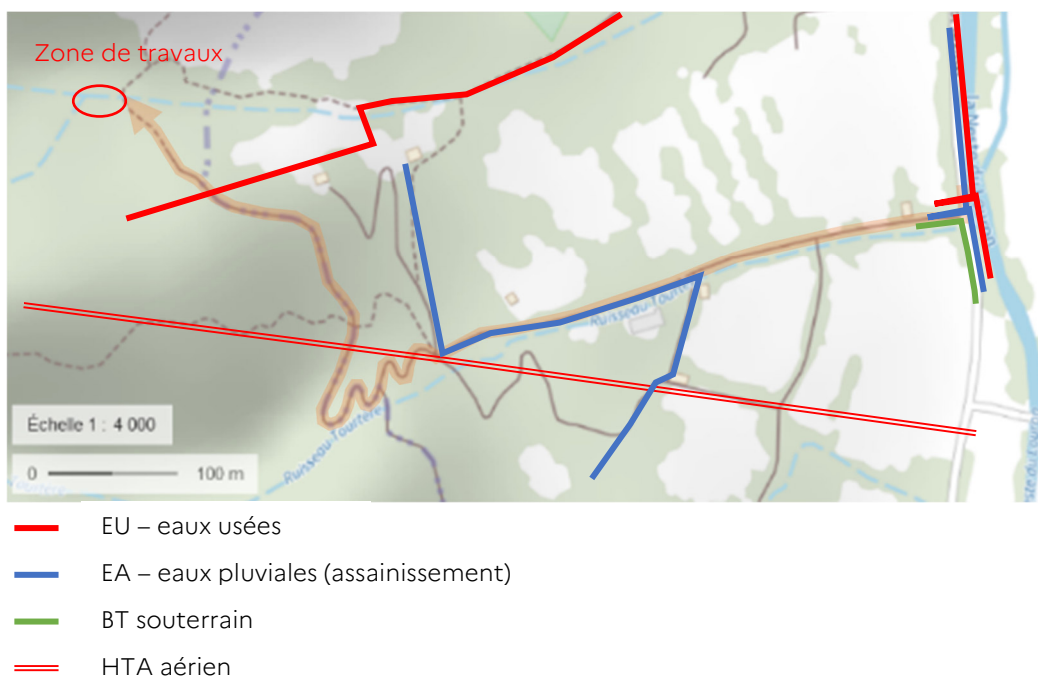


Figure 8: Synthèse des récapitulés des DT avec localisation approximative des réseaux

L'entreprise devra procéder, préalablement aux travaux, à l'ensemble des démarches réglementaires relatives aux réseaux (DICT). Elle devra :

- Identifier la présence éventuelle de réseaux existants ;
- Prendre en compte les contraintes associées dans l'organisation du chantier ;
- Mettre en place les dispositifs de protection adaptés si nécessaire.

En cas de découverte de réseau non identifié ou de situation imprévue, l'entreprise devra immédiatement en informer le maître d'œuvre et adapter ses méthodes d'intervention.

3.5. IMPLANTATION DES OUVRAGES

L'implantation générale des ouvrages (seuils, radiers, protections de berge, dispositifs annexes) est définie dans le cadre du dossier de consultation. L'entreprise devra vérifier la compatibilité de cette implantation avec :

- Les conditions réelles de terrain (géométrie du lit, berges, substrat) ;
- Les contraintes hydrauliques et torrentielles ;
- Les moyens d'exécution retenus.

Toute proposition d'adaptation devra être justifiée dans le cadre des études d'exécution et soumise au visa du maître d'œuvre.

L'implantation des ouvrages se déroulera selon les étapes suivantes :

1. Reconnaissance préalable

Une reconnaissance de terrain sera réalisée avec le maître d'œuvre afin de :

- Confirmer la localisation des ouvrages ;
- Identifier les contraintes locales (substrat, écoulements, accès) ;
- Préciser les zones d'intervention.

2. Piquetage et matérialisation

L'entreprise réalisera le piquetage des ouvrages, comprenant :

- La matérialisation des axes et emprises ;
- Le positionnement en plan et en altimétrie (cotes seuils, radiers, ailes) ;
- Le repérage des limites de terrassement.

Les repères seront matérialisés de manière durable (piquets, peinture, marquage adapté au site).

3. Contrôle et validation

L'entreprise informera le maître d'œuvre au minimum 5 jours ouvrés (point d'arrêt) avant la date proposée pour la vérification du piquetage. Une visite contradictoire permettra :

- De valider l'implantation ;
- D'apporter, si nécessaire, des ajustements liés aux conditions de terrain.

Aucun terrassement ne pourra être engagé sans validation préalable du maître d'œuvre.

3.6. COACTIVITE AVEC LA PISTE VTT

La piste VTT du domaine de Loudenvielle traverse la piste d'accès au chantier. La commune de Loudenvielle demande expressément le maintien de l'ouverture de cette piste durant toute la durée des travaux. Des fermetures ponctuelles de quelques jours restent possibles en cas d'impératif de sécurité lié aux opérations en cours (fractionnement de blocs, convois exceptionnels) ; elles devront faire l'objet d'une demande préalable auprès de la mairie de Loudenvielle.

Le balisage aux abords immédiats du chantier, au droit de la traversée, est **à la charge de l'entreprise titulaire**. Il comprend une signalisation adaptée aux deux types d'utilisateurs :

- Signalisation à destination des vététistes : présence d'engins, traversée active, consignes de prudence, limitation de vitesse ;

- Signalisation à destination des conducteurs d'engins : présence d'usagers non motorisés, vitesse limitée, priorité aux piétons et cycles.

Ces dispositifs seront mis en place avant tout démarrage des travaux et maintenus à jour pendant toute leur durée. L'entreprise assurera leur entretien et leur adaptation en fonction de l'évolution du phasage.

La signalisation en entrée de piste au départ depuis Loudenvielle est à la charge de la **commune**. Elle a pour objet d'informer les pratiquants de la présence du chantier et du trafic de poids lourds et d'engins sur l'itinéraire d'accès durant la période des travaux. L'entreprise prendra contact avec la mairie de Loudenvielle dès la phase de préparation afin de coordonner la mise en place de cette signalisation.



Figure 9: Localisation de la piste VTT traversant la piste d'accès

3.7. PECHE ELECTRIQUE

Mesure d'évitement ME3

Avant toute installation du dispositif de dérivation hydraulique, une pêche électrique de sauvegarde sera réalisée par un opérateur agréé. Tous les spécimens capturés seront relâchés à l'aval immédiat de la zone de travaux.

Aucune intervention en lit mineur ne peut démarrer sans que la pêche électrique ait été réalisée par un prestataire agréé.

3.8. DERIVATION ET GESTION DU TORRENT DURANT LE CHANTIER

3.8.1. Phasage de la dérivation

- **Phase 1 – Captage amont et dérivation en rive gauche**

La dérivation des écoulements sera réalisée en amont de la zone de travaux, par captage séparé des deux branches du torrent. Un entonnement sera réalisé sur chaque branche afin de canaliser les écoulements vers les dispositifs de dérivation.

La dérivation sera assurée par des conduites provisoires de type PEHD annelé, de diamètre minimum Ø400, mises en place en dehors des zones d'ouvrage, préférentiellement en rive gauche. L'entreprise sera responsable du dispositif de dérivation durant toute la durée du chantier, ainsi que pour les crues orageuses mineures.

Le linéaire de chaque collecteur est de l'ordre de 50 m.

Les points de vigilance sont :

- La continuité hydraulique (assemblage étanche des tronçons) ;
- La stabilité des conduites (ancrage, calage en forte pente) ;
- Les conditions d'entrée et de sortie (limitation de l'érosion et des pertes de charge).

Les approvisionnements, notamment en rive gauche, doivent être anticipés dès cette phase. Il est recommandé :

- D'avancer les remblais autour des ouvrages auto-stables pour libérer des zones de stockage ;
- De réaliser autant que possible les ouvrages annexes dès la phase 1.

L'objectif est de réduire au strict minimum les interventions dans le lit mineur.

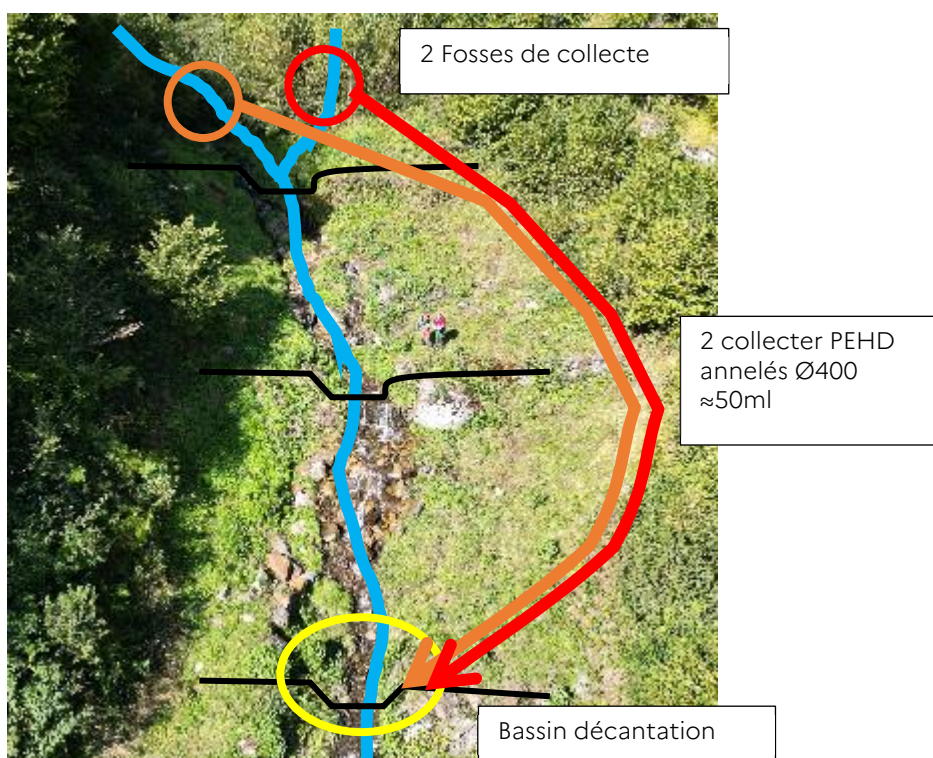


Figure 10: Schéma de principe de la dérivation en phase 1

Mesure de réduction MR2 : Les 2 buses PEHD Ø400 seront équipées en sortie d'un **grillage anti-pénétration** (maille ≤ 15 mm) ; l'ensemble des dispositifs de pompage et de busage sera équipé de grilles ou crépines de maille inférieure à 15 mm et de clapets anti-retour, de manière à être non franchissables pour la faune et à éviter tout risque de piégeage ou de mise en charge des individus ;

- **Phase 2 – Basculement des écoulements**

Une fois les ouvrages auto-stables réalisés et les remblais suffisamment avancés, les écoulements sont basculés selon l'état d'avancement du chantier :

- Remblais finalisés : remise en eau dans le lit mineur avec écoulement en cuvette ;
- Remblais non finalisés : maintien d'un transit provisoire par conduites dans le lit mineur, avec passage au travers des pertuis des seuils.

Les solutions de type batardeau ne sont pas retenues afin d'éviter la remobilisation des matériaux fins et lacunes de remblais.

3.8.2. Gestion des eaux et des matières en suspension

L'entreprise devra mettre en œuvre toutes dispositions pour limiter les départs de matières en suspension vers l'aval. À ce titre, elle devra notamment :

- Mettre en place un dispositif de décantation en aval de la dérivation ;
- Adapter les travaux en fonction des conditions hydrologiques ;
- Interrompre les travaux en cas de risque de pollution ou de crue.

Le dispositif de décantation pourra être constitué :

- D'une fosse de décantation de volume suffisant ;
- D'un dispositif de filtration en sortie (gravelette, bottes de paille ou équivalent).

Ce dispositif sera entretenu pendant toute la durée du chantier et démonté en fin d'intervention.

Mesure de réduction MR2 : le bassin sera nettoyé selon besoin pendant toute la durée de la dérivation. **Un contrôle visuel de la turbidité** à l'aval est obligatoire avant tout début de travaux en lit mineur et après chaque reprise suivant une interruption ;

3.8.3. Entretien et surveillance

Le dispositif de dérivation fera l'objet :

- D'un entretien régulier (curage, vérification des conduites, ajustements) ;
- D'une surveillance renforcée en cas d'épisode pluvieux.

L'entreprise devra être en mesure d'intervenir rapidement pour :

- Adapter le dispositif en cas d'évolution des débits ;
- Sécuriser le chantier en cas de crue.

Mesure de réduction MR2 : La remise en eau du lit naturel sera conduite lentement. En fin de chantier, les travaux de remise en état du cours d'eau devront garantir la restauration d'habitats diversifiés et fonctionnels, sans création d'obstacle à la continuité écologique du tronçon.

3.8.1. Veille météorologique

Mesure de réduction MR6 L'entreprise mettra en place une veille météorologique quotidienne pendant toute la durée des travaux en lit mineur, avec une surveillance renforcée le week-end pendant les phases sensibles (bétonnage, remise en eau).

En cas d'alerte météo (niveau orange ou supérieur) : arrêt immédiat des travaux, mise en sécurité du dispositif de dérivation et du matériel, évacuation du personnel du lit en moins de 30 minutes.

Les modalités de veille et la procédure de repli seront formalisées dans le PAQ de l'entreprise.

3.9. DEMOLITION SUPERVISEE DES SEUILS EXISTANTS

Mesure de réduction MR1	La phase de démolition des seuils en gabions constitue la phase la plus sensible du chantier vis-à-vis du Desman des Pyrénées. Les gabions existants constituent des refuges et gîtes potentiels pour l'espèce.
-------------------------	--

L'entreprise respectera impérativement la procédure suivante :

- Démantèlement du **haut vers le bas**, rangée par rangée, par pelle araignée avec mouvements lents et précautionneux ;
- Vérification par l'écologue de l'absence d'individus Desman avant dépose de chaque rangée de cages ;
- Tri sur place au fur et à mesure : blocs et matériaux granulaires stockés en zone dédiée pour réemploi, cages métalliques en benne d'évacuation ;
- Attention particulière au seuil n°16 en rive gauche, en raison des venues d'eau quasi permanentes augmentant le risque de présence d'individus.

L'écologue est présent à temps plein pendant toute la phase de démolition. Il peut ordonner l'arrêt des travaux à tout moment.

En cas de découverte d'un individu Desman : arrêt immédiat des travaux, contact du CEN Occitanie (J. Cassaigne – jean.cassaigne@cen-occitanie.org), information du maître d'œuvre et de la DDT 65. Sauf cas de force majeure, aucune manipulation ni déplacement d'individu ne sera réalisé par l'entreprise.

3.10. GESTION DES MOUVEMENTS DE MATERIAUX

3.10.1. Principes généraux

Le chantier se déroule en site contraint (emprises réduites, terrain pentu, lit torrentiel actif), ce qui impose une gestion rigoureuse des matériaux. L'entreprise devra organiser les flux de matériaux de manière à :

- Limiter les volumes à évacuer ;
- Optimiser le réemploi des matériaux disponibles sur site ;
- Réduire les manutentions et les déplacements d'engins ;
- Garantir la stabilité des zones de travail et de stockage.

L'organisation des travaux devra intégrer ces contraintes dès la phase préparation.

Compte tenu de la configuration du site :

- Les mouvements de matériaux devront être optimisés pour limiter les reprises et les doubles manutentions ;
- Les circulations d'engins devront être maîtrisées ;
- Les interventions en lit mineur devront être réduites au strict nécessaire.

L'organisation du chantier devra permettre :

- De maintenir des zones de circulation fonctionnelles ;
- De conserver des emprises disponibles pour le stockage et les travaux ;
- De limiter les impacts sur le milieu naturel.

3.10.1. Nature des déblais, tri des matériaux et réemploi

Les travaux génèrent plusieurs types de déblais, nécessitant un tri adapté en vue de leur réutilisation ou de leur évacuation.

Type	Nature	Gestion prévue	Utilisation
Seuil existant en gabions	Remplissage = pierres, matériaux drainants	Réemploi	Remblaiement pied des seuils auto-stable Tranchée drainante
	Cages métalliques	A démonter et à évacuer en décharge agréée	
Atterrissements inter-seuils	Matériaux granulaire hétérogènes (sables, graviers, blocs, fines)	Tri pour réemploi	Atterrissement des seuils avec les fractions les plus drainantes contre les corps d'ouvrage et les fractions plus fines en remontant
		Evacuation de l'excédent	Voir avec les communes si zone de stockage disponible
Blocs	Blocs en lit mineur dans zone de déblais	Réemploi	Conserver le maximum de blocs pour préserver le pavage – ceux déchausser seront remis en place
	Blocs en berge	Réemploi	A valoriser dans les radier anti-affouillement si blocométrie suffisante, sinon en protection de berge (entonnement inter-seuil)

3.10.2. Matériaux à acheminer

Les contraintes du site nécessitent l'apport de matériaux spécifiques non disponibles sur place.

Matériaux	Usage
Béton (ou constituant)	Réalisation des seuils auto-stables et des extrémités des seuils en enrochements bétonnés
Armatures (acier)	Ferraillage des ouvrages auto-stables
Enrochements	Ouvrages annexes (radier, protection de berge, matelas dissipatif) et extrémités des seuils
Autres éléments	Conduites pour dérivation, géotextiles, barbacanes, graves drainantes

3.10.3. Zones de stockage

Les zones de stockage devront être organisées en cohérence avec le phasage des travaux et les contraintes du site.

Elles devront être :

- Limitées au strict nécessaire ;
- Implantées hors zones sensibles (lit mineur actif, zones d'écoulement) ;
- Adaptées aux conditions de terrain (pente, portance, accessibilité).

L'entreprise devra :

- Organiser les stockages par type de matériaux ;
- Assurer la stabilité des dépôts ;
- Éviter tout départ de matériaux vers le cours d'eau.

Les zones de stockage devront rester accessibles pendant toute la durée du chantier et compatibles avec l'organisation des travaux.

3.11. ADAPTATION AUX CONDITIONS DE TERRAIN

Le site présente des conditions géotechniques variables liées au contexte torrentiel (substrat hétérogène, présence de blocs, terrains remaniés). L'entreprise devra adapter ses méthodes d'exécution aux conditions réellement rencontrées lors des travaux.

Toute modification significative (altimétrie, emprise, géométrie des ouvrages) devra :

- Être justifiée techniquement par l'entreprise ;
- Être soumise au maître d'œuvre ;
- Faire l'objet d'un accord préalable avant mise en œuvre.

Aucun travail ne pourra être réalisé sur la base d'une adaptation non validée.

3.11.1. Adaptation des fondations

Les niveaux de fondation et les modalités de mise en œuvre pourront être ajustés en fonction :

- De la nature du terrain rencontré ;
- De la présence de blocs ou d'éléments grossiers ;
- Des conditions de portance du fond de fouille.

L'entreprise devra assurer la stabilité des assises et, le cas échéant, adapter les terrassements, purges ou substitutions nécessaires (rémunération complémentaire si non prévu).

3.11.2. Gestion des blocs en place

La présence de blocs en fond de fouille ou en berge devra être prise en compte dans l'exécution des travaux. Selon les cas :

- Les blocs pourront être conservés et intégrés aux ouvrages si leur position et leur stabilité sont compatibles ;
- Ils pourront être déplacés, recalés ou extraits si nécessaire.

3.11.3. Ajustement des profils et des ouvrages

Les profils en long et en travers du lit, ainsi que la géométrie des ouvrages (seuils, radiers, protections), pourront faire l'objet d'ajustements ponctuels afin de :

- Garantir la continuité hydraulique ;
- Assurer la stabilité des ouvrages ;
- S'adapter aux conditions réelles du site.

3.12. EXIGENCES GENERALES DE CONFORMITE DES FOURNITURES

Tous les matériaux et fournitures devront être conformes :

- Aux éléments de description résultant des plans d'exécution, schémas de principe et spécifications techniques établis par l'entrepreneur et visés par le maître d'œuvre ;
- Aux normes en vigueur à la date de remise des offres, et notamment (liste non exhaustive) [[§ PREAMBULE](#)] :

Tout matériau non conforme pourra être refusé et remplacé aux frais du titulaire.

3.13. RE VEGETALISATION DES BERGES

Mesure de réduction MR10 Toutes les berges et talus dénudées par les travaux feront l'objet d'un ensemencement avec des semences certifiées de provenance locale (label Végétal local ou équivalent) adaptées aux conditions d'un milieu torrentiel montagnard. La revégétalisation sera mise en place avant la période de gel afin d'éviter des berges nues hivernales.

L'ensemencement sera réalisé **à la volée** à une densité de **3 à 5 g/m²** de mélange graminées/légumineuses de prairie montagnarde.

3.14. ESPECES VEGETALES INVASIVES – BUDDLEIA

Le Buddleia est présent sur le site. Les mesures suivantes s'appliquent :

- Nettoyage des engins avant toute sortie de l'emprise chantier (roues, godets) afin de limiter la dissémination par les engins ;
- Interdiction d'exporter hors de l'emprise du chantier les matériaux issus des zones colonisées ; les dépôts temporaires restant dans l'emprise ne sont pas soumis à contrainte particulière, la zone étant déjà colonisée ;
- La localisation précise des foyers sera réalisée par l'entreprise en phase de préparation et reportée sur le plan d'installation de chantier.

Le suivi des repousses post-chantier est intégré au suivi écologique général du site assuré par le RTM.

4. TRAVAUX DE TERRASSEMENTS

4.1. DESCRIPTION DES TRAVAUX

Les travaux de terrassement comprennent l'ensemble des opérations nécessaires à la réalisation des ouvrages, notamment :

- Les terrassements en déblais pour la mise en place des seuils et ouvrages annexes ;
- Les terrassements pour la préparation des assises ;
- Les terrassements nécessaires à la réalisation des dispositifs de drainage ;
- La mise en forme des profils du lit et des berges ;
- La constitution des remblais et des atterrissements.

L'atterrissement des seuils auto-stable ne pourra se faire avant d'avoir obtenu des résultats de résistance d'essais à la compression sur le béton de 20MPa [5.3.4.10].

Les déblais sont constitués de matériaux alluvionnaires hétérogènes (blocs, graviers, sables, fines), pouvant contenir des éléments grossiers de dimensions variables.

Pour l'évaluation des cubatures et la rémunération des terrassements, les ouvertures en terres sont considérées sur la base de talus provisoires à **1/1 (100 %, soit $\approx 45^\circ$)**. Cette hypothèse vise à limiter les emprises, préserver le pavage du lit et réduire les impacts sur le site. Elle constitue la référence contractuelle pour le calcul des volumes. En cas de conditions géotechniques nécessitant un adoucissement des talus (venues d'eau, terrains instables), les dispositions seront définies en accord avec le maître d'œuvre conformément.

Les matériaux extraits feront l'objet d'un tri en vue de leur réemploi, conformément aux dispositions du présent CCTP.

Fourniture → §5 – Travaux de réalisation des seuils en béton armé

4.2. METHODES D'EXECUTION

4.2.1. Terrassements en déblais

Les terrassements seront réalisés en pleine masse ou en fouilles localisées, en fonction des besoins des ouvrages. Ils seront exécutés dans le respect des emprises définies, en veillant à limiter toute déstabilisation des berges et en adaptant les talus provisoires aux conditions de terrain.

L'entreprise devra adapter localement cette pente en fonction des conditions réellement rencontrées, notamment en cas de terrains instables, hétérogènes ou en présence d'eau. Aucune rémunération complémentaire ne sera accordée en cas de réalisation de talus plus plats résultant :

- Des choix d'exécution de l'entreprise ;
- Ou d'une mauvaise appréciation des conditions de terrain.

En cas de conditions particulières (matériaux saturés, venues d'eau, instabilité avérée), nécessitant une adaptation des talus, les dispositions seront définies en accord avec le maître d'œuvre. Toute adaptation devra être justifiée et validée préalablement.

Les interventions en lit mineur devront être strictement limitées et réalisées en conditions maîtrisées, autant que possible hors d'eau. Les terrassements devront être conduits en tenant compte :

- De la stabilité des berges, notamment en rive droite ;
- De la nécessité de maintenir des zones de circulation et de stockage ;
- Du phasage général des travaux.

Pour des raisons de sécurité, aucun déblai ne sera réalisé en rive droite.

Les déblais destinés au remblai devront être réalisés à sec. L'entreprise devra prendre toutes dispositions pour éviter leur dégradation ou leur saturation en eau, notamment par la mise en place de dispositifs d'évacuation des eaux efficaces.

Les matériaux extraits feront l'objet d'un tri sur site, permettant de distinguer :

- Les matériaux drainants ;
- Les éléments issus des ouvrages existants.

L'extraction des blocs constituant le pavage du lit du torrent est strictement interdite.

4.2.2. Mise en œuvre des remblais

Les remblais seront réalisés à partir de matériaux issus du site ou d'apports extérieurs. Ils seront mis en œuvre par couches successives, avec un réglage conforme aux profils définis et en assurant une bonne imbrication des matériaux. Une attention particulière sera portée :

- à la stabilité des remblais, notamment en zone pentue ;
- à la continuité hydraulique du lit.

Le profil des remblais à l'arrière des ouvrages devra être conçu de manière à éviter toute stagnation ou infiltration des eaux de ruissellement, afin de limiter les risques de saturation. En cas de teneur en eau excessive, les matériaux seront aérés par hersage et retournement, jusqu'à obtention d'un état compatible avec leur mise en œuvre.

À l'arrière des ouvrages, les atterrissements seront reconstitués à partir de matériaux granulaires drainants issus du tri des déblais. Ces matériaux seront mis en place directement contre les ouvrages, sur une épaisseur minimale de 0,30 m, afin de constituer un filtre drainant. Ils devront être sains, homogènes et exempts de terre végétale. La mise en œuvre de ces matériaux interviendra après réalisation des ouvrages.

4.2.3. Tolérances et contrôles

Les terrassements devront respecter les altimétries définies au projet, les profils en long et en travers du lit. Le fond de fouille devra être validé par le maître d'œuvre avant mise en œuvre des ouvrages (point d'arrêt).

5. TRAVAUX DE REALISATION DES SEUILS EN BETON ARME

5.1. DESCRIPTION DES AUTO-STABLES

Les seuils sont réalisés en béton armé coulé en place et comprennent :

- Un radier de fondation de 0,5m d'épaisseur ;
- Un corps de seuil (voile) de 0,3m d'épaisseur ;
- Des dispositifs de drainage intégrés (barbacanes, pertuis) ;
- Un dispositif de couronnement avec encorbellement en cuvette et pose d'une cornière métallique ;
- Pose d'une cornière également sur les ailes.

Plans en annexe 2

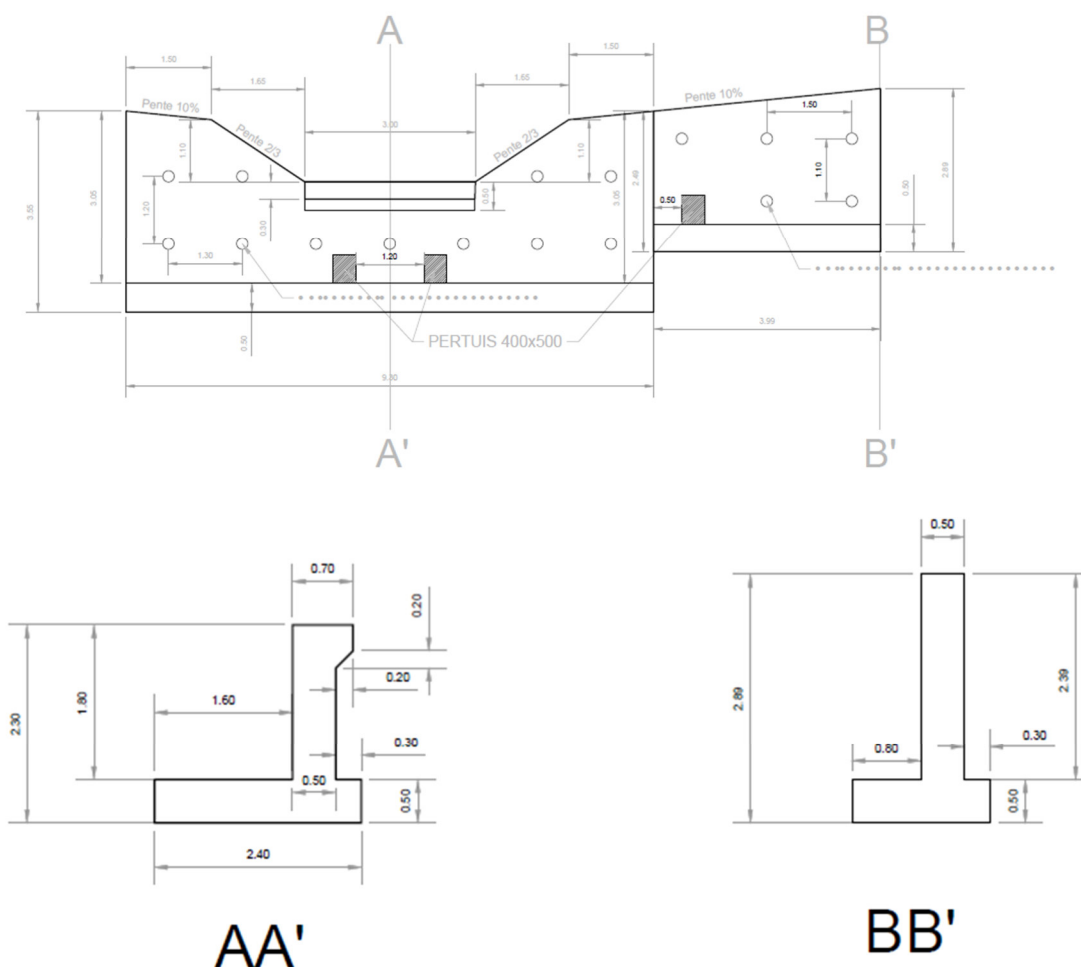


Figure 11: Vue en plan et en coupe des ouvrages auto stables pour le corps central et l'aile rive gauche, cas seuil 16

L'atterrissement des seuils auto-stable ne pourra se faire avant d'avoir obtenu des résultats de résistance d'essais à la compression sur le béton de 20MPa.

5.2. SPECIFICATION DES FOURNITURE

Objet	Fourniture	Spécification
Fondation	Géotextile anti-contaminant	Géotextile non tissé NF EN 13252 Masse surfacique $\geq 300 \text{ g/m}^2$ Resistance traction $\geq 15 \text{ kN/m}$ Resistance au poinçonnement $> 2,5 \text{ kN}$
	Béton de propreté sur 0,2m	BPS NF EN 206-1 XF1 XA1 C25/30 Dmax 20 S2 CI 0,40 Ciment CEM I 52,5 N PME S ou CEM I 52,5 N CP2 - dosage min 280 kg/m^3
Corps de seuil	Armatures	Aciers conformes NF EN 10080 Acier haute adhérence Fe E500 Treillis soudés FeTE 500

		Aciers propres, sans corrosion, ni altération
	Béton de structure	BPS NF EN 206-1 XF3 XA1 C30/37 Dmax 20 S2 Cl 0,40 Ciment CEM I 52,5 N PME S ou CEM I 52,5 N CP2 - dosage min 280 kg/m ³
	Joint de dilatation – épaisseur 5cm	Panneaux contreplaqués de type CBX NF EN 636-3 – usage en milieu extérieur Épaisseur unitaire 15mm Bonne tenue en milieu humide
	Mortier d'accroche (si reprise de bétonnage)	Base de liant hydraulique + résine d'adhérence (latex type SBR). Produit conforme aux prescriptions fabricants. Adhérence ≥ 1 MPa, résistance au gel
Couronnement	Larmier	<i>Façonné directement dans le béton lors du coffrage/coulage</i>
	Cornière métallique – surface de la cuvette et des ailes + retour amont/aval	Acier S355 conforme NF EN 10025 Acier brut 10mm d'épaisseur
	Tiges d'ancrages	S355 Ø16 mm min
Drainage	Barbacane PVC Ø100	PVC type adduction, pression nominale ≥ 16 bars
	Pertuis	<i>Réservations coffrées dans le béton</i>

5.3. METHODE D'EXECUTION DES TRAVAUX

5.3.1. Préparation des assises

Les fonds de fouille seront réglés, nivelés et purgés des matériaux instables ou impropres.

- Une couche de béton de propreté C25/30 XF1 sur 20cm ;
- Un géotextile anti-contaminant sera mis en place avec recouvrement minimal de 20cm ;
- Un béton de propreté le cas échéant.

La portance du fond de fouille devra être compatible avec les ouvrages à réaliser.

5.3.2. Mise en œuvre des coffrages

Les coffrages devront permettre la réalisation des ouvrages conformément aux plans, sans déformation, et garantir la stabilité pendant toutes les phases de bétonnage. Ils devront notamment :

- Assurer le respect des formes et dimensions des ouvrages ;
- Résister aux efforts liés au bétonnage (pression du béton, vibrations, circulation du

- personnel) ;
- Permettre une mise en œuvre correcte des armatures et du béton ;
- Garantir la sécurité des intervenants.

Les coffrages devront être en bon état, rigides et correctement stabilisés. Les dispositifs de maintien devront être adaptés aux conditions du chantier (terrain pentu, accès contraint).

- **Qualité des parements**

Les parements visibles devront être obtenus à l'aide de coffrages soignés. Sont admis :

- Panneaux bois ou contreplaqué type CTBX ;
- Coffrages métalliques ;
- Panneaux équivalents assurant une bonne planéité.

Les coffrages devront être jointifs (étanches à la laitance), propres et sans aspérités ni éléments saillants.

Les tolérances suivantes sont exigées :

- Écart maximal des joints : 1 mm ;
- Désaffleurement entre panneaux : 2 mm.

Les parements seront laissés bruts de décoffrage, sans défaut majeur (nids de cailloux, ségrégation, reprises visibles).

- **Mise en œuvre**

Tous les parements verticaux seront coffrés, sauf dispositions contraires. Avant bétonnage :

- Les coffrages seront nettoyés et débarrassés de tout débris ;
- Les parois seront humidifiées (bois) ou traitées avec un produit de démoulage adapté ;
- Les réservations (barbacanes, pertuis, ancrages) seront mises en place.

Les joints devront être étanches afin d'éviter toute perte de laitance. Les dispositifs de fixation (entretoises, tirants, cales) ne devront pas nuire à la durabilité des ouvrages. Les cales en bois seront interdites dans le béton.

- **Arêtes et réservations**

Les arêtes seront systématiquement traitées par chanfrein ou arrondi de dimension minimale 5 cm.

Les réservations seront réalisées par coffrage spécifique, facilement démontable.

- **Tolérances de mise en place**

Les coffrages devront respecter :

- ± 1 cm en position ;
- $\pm 0,5$ cm sur l'écartement des faces.

5.3.3. Mise en place des armatures

- **Fourniture, transport et stockage**

Les armatures seront conformes aux normes en vigueur et aux plans d'exécution. Elles pourront être livrées :

- En barres droites ;
- En couronnes ;
- En treillis soudés ;
- Ou préfabriquées en atelier.

Les armatures déformées ou redressées après pliage accidentel seront refusées.

Le transport, la manutention et le stockage devront éviter toute altération (déformation, corrosion, pollution). Les armatures seront stockées :

- Sur supports isolés du sol ;
- Sur des aires propres et drainées.

- **Façonnage**

Le façonnage sera conforme aux plans d'exécution. Les armatures seront pliées à froid dans le respect des rayons de cintrage réglementaires.

Pour les aciers à haute adhérence (Fe E500) :

- Le pliage/dépliage est interdit ;
- Les armatures principales seront réalisées en une seule longueur sauf dispositions particulières validées par le maître d'œuvre.

Les recouvrements seront conformes aux plans ou, à défaut, au minimum : 50 fois le diamètre de la barre la plus importante.

- **Mise en place**

Les armatures seront mises en place conformément aux plans. Elles devront être :

- Correctement positionnées ;
- Maintenues pendant le bétonnage ;
- Solidement ligaturées aux points de croisement.

Aucune soudure ne sera autorisée sans validation du maître d'œuvre.

Les armatures devront être propres au moment du bétonnage (absence de boue, huile, rouille non adhérente).

- **Calage et enrobage**

Le calage devra garantir le respect des enrobages. L'enrobage attendu pour les armatures est de 5cm.

Les armatures ne devront en aucun cas :

- Être en contact avec le coffrage ou le béton de propreté ;
- Être déplacées pendant le bétonnage.

Les cales utilisées seront préférentiellement en béton ou mortier.

À titre indicatif : minimum 4 cales/m² de parement.

- **Tolérances**

Les tolérances admises sont :

- Respect des enrobages selon plans (tolérance en moins limitée) ;

- Écart de position des armatures : ± 2 cm.

- **Armatures en attente**

Les armatures en attente seront protégées contre :

- Les déformations ;
- La corrosion ;
- Les risques pour le personnel.

5.3.4. Bétonnage

5.3.4.1 Généralités

Le béton pourra être fourni en béton prêt à l'emploi (BPE) ou produit sur site au moyen d'une centrale de chantier. Dans tous les cas, il devra être conforme à la norme NF EN 206 et répondre aux exigences d'un béton à propriétés spécifiées (BPS). L'entreprise reste pleinement responsable de la conformité du béton mis en œuvre, quelle que soit son origine, son mode de production, de transport ou d'acheminement.

Le remblaiement de l'ouvrage ne pouvant intervenir qu'après atteinte d'une résistance minimale de 20 MPa (voir encadré cure ci-après), **la production sur site est fortement recommandée** et sera valorisée dans l'analyse technique des offres.

5.3.4.2 Formulation

Avant démarrage des travaux, l'entreprise soumettra au maître d'œuvre une formulation détaillée du béton. Cette formulation précisera notamment :

- le type et la classe de ciment ;
- la nature, la granulométrie et l'origine des granulats ;
- le type, la nature et le dosage des adjuvants et additions éventuelles ;
- le dosage de chaque constituant et le rapport eau/ciment visé ;
- la dimension maximale nominale des granulats (D_{max}) ;
- les résultats d'essais initiaux ou références équivalentes ;
- l'évolution prévisible des résistances.

Les tolérances de fabrication devront être conformes à la norme NF EN 206.

5.3.4.3 Modes de production et d'approvisionnement

Béton prêt à l'emploi (BPE)

La centrale devra être agréée conforme à la norme NF EN 206. Sauf accord du maître d'œuvre, une seule centrale sera utilisée pour l'ensemble du chantier.

Chaque livraison fera l'objet d'un bon de livraison mentionnant :

- l'identification de la centrale et la date/heure de fabrication ;
- la désignation complète du béton (classe de résistance, classe d'exposition, classe de consistance, D_{max} , teneur en chlorures) ;
- la nature et le dosage des adjuvants et additions ;
- la quantité livrée ;
- les heures d'arrivée et de déchargement sur chantier ;
- la déclaration de conformité à la norme NF EN 206.

Le délai entre fabrication et mise en œuvre ne devra pas excéder **2 heures à 20°C** (depuis le premier contact eau/ciment jusqu'à la fin de mise en œuvre). En site contraint ou en cas

d'acheminement long (hélicoptage, pompage), ce délai peut rapidement être dépassé. Si les conditions ne permettent pas de le respecter, l'utilisation d'un **retardateur de prise** sera obligatoire. Cet adjuvant devra être conforme aux normes en vigueur (type NF), validé par le maître d'œuvre et justifié par une étude de formulation avec essais.

Le béton sera transporté et manipulé de manière à éviter toute ségrégation, tout début de prise prématuré, toute pollution ou introduction de matériaux étrangers et toute évaporation excessive. Tout béton ayant commencé sa prise ou présentant une consistance non conforme sera refusé.

Béton produit sur site

La production sur site est autorisée sous réserve :

- d'une centrale de chantier adaptée et d'un système de dosage fiable ;
- d'une formulation validée par le maître d'œuvre préalablement au démarrage ;
- de la réalisation d'essais de convenue ;
- d'un contrôle régulier de la production (consistance, éprouvettes).

Les conditions de fabrication devront garantir la constance des caractéristiques et la conformité du béton produit lot par lot.

Acheminement en site contraint

Le contexte du chantier (accès limité, pente, éloignement) impose une organisation rigoureuse. L'entreprise devra adapter ses moyens (pompe à béton, benne, convoyeur, hélicoptage) afin de :

- garantir la continuité du bétonnage sans interruption non prévue ;
- maîtriser les délais entre fabrication et mise en œuvre ;
- éviter toute ségrégation, perte de consistance ou début de prise prématuré.

La formulation et les moyens d'acheminement devront être compatibles entre eux et avec les conditions climatiques prévisibles. Ces éléments feront partie des études d'exécution soumises au visa du maître d'œuvre.

5.3.4.4 Épreuves de convenue

Des épreuves de convenue seront exigées par le maître d'œuvre dans les cas suivants :

- fabrication sur site ;
- délais de transport ou d'acheminement importants (notamment ≥ 1 heure pour un BPE) ;
- conditions de chantier significativement différentes des conditions de référence (température, organisation) ;
- adaptations de formulation ou de mise en œuvre envisagées.

Ces épreuves sont à la charge de l'entreprise. Elles consistent en une simulation des conditions réelles de chantier (fabrication, transport, mise en œuvre) et comprennent au minimum :

- un coulage test d'au minimum 3 m³ ;
- des essais de consistance (cône d'Abrams EN 12350-2) ;
- des contrôles de teneur en air (EN 12350-7) ;
- la réalisation de 2 x 6 éprouvettes prélevées au départ et à l'arrivée ;
- des essais de résistance à la compression à 7 et 28 jours.

L'épreuve de convenue fera l'objet d'un rapport établi par un organisme ou laboratoire spécialisé, validant la conformité aux exigences du CCTP ou les adaptations nécessaires.

5.3.4.5 Contrôles

Sur béton frais

Des contrôles visuels seront effectués en continu. Ils seront complétés si nécessaire par des essais normalisés :

- consistance : cône d'Abrams (EN 12350-2) — valeur cible selon classe de consistance spécifiée (S2 : affaissement 50-90 mm) ;
- teneur en air occlus (EN 12350-7) ;
- vérification du rapport eau/ciment (CEN CR 13902) ;
- contrôle du Dmax (EN 933-1).

Les prélèvements sont réalisés au point de mise en œuvre, après un déversement préalable d'environ 0,3 m³, conformément à l'EN 12350-1.

Sur béton durci

Il sera réalisé au minimum **un jeu de 6 éprouvettes cylindriques** (150×300 mm ou 160×320 mm) par coulée, confectionnées et conservées dans les conditions du chantier (EN 12390-1 et EN 12390-2). Les essais de résistance à la compression seront réalisés :

- à 7 jours : 3 éprouvettes (indicatif — permet d'anticiper la résistance à 28 jours) ;
- à 28 jours : 3 éprouvettes (résistance caractéristique de référence, EN 12390-3).

Important : conserver des éprouvettes dans les mêmes conditions thermiques que l'ouvrage (pas en laboratoire à 20°C si le béton est coulé par 5°C). C'est la résistance réelle de l'ouvrage qui conditionne l'autorisation de remblaiement.

Conformité et non-conformités

La conformité est appréciée selon les critères de la norme NF EN 206, portant à la fois sur la moyenne des résistances obtenues et sur les valeurs individuelles. En cas de doute sur la qualité du béton, des investigations complémentaires pourront être demandées : essais sur carottes (EN 12504-1) ou auscultations non destructives.

En cas de non-conformité avérée, le maître d'œuvre pourra appliquer une réfaction, demander un projet de confortement à la charge de l'entreprise, ou imposer la démolition et la reconstruction des ouvrages concernés. Tous les essais et contrôles seront réalisés par un organisme agréé.

5.3.4.6 Conditions climatiques

Bétonnage par temps froid

La température à prendre en compte est celle mesurée à l'ombre au niveau de l'ouvrage, pas la température relevée en vallée.

- T < -5°C : bétonnage strictement interdit ;
- T entre -5°C et +5°C : bétonnage soumis à accord préalable du maître d'œuvre.

En cas de bétonnage par temps froid (entre -5°C et +5°C), les mesures suivantes s'appliquent (NF P 18-504) :

- béton tiède à environ 15°C ± 2°C (granulats et eau de gâchage réchauffés) ;
- limitation du dosage en eau (béton moins fluide) ;
- emploi éventuel d'accélérateurs de prise ou d'adjuvants adaptés validés par le maître d'œuvre ;

- adaptation des horaires de bétonnage (milieu de journée) ;
- protection thermique obligatoire : coffrages isolants (bois épais, panneaux isolants), bâchage ou couverture, maintien de la chaleur d'hydratation ;
- prolongation des délais de décoffrage et de cure.

Bétonnage par temps chaud et/ou venté

Lorsque la température dépasse 25°C ou en cas de vent fort (> 30 km/h), le risque principal est la fissuration de retrait plastique liée à l'évaporation rapide de l'eau en surface.

Mesures obligatoires :

- bâchage et arrosage des coffrages avant bétonnage ;
- réduction des délais entre malaxage et mise en œuvre ;
- protection immédiate des surfaces fraîches après finition (film polyane, bâche humide) ;
- adaptation des horaires (bétonnage tôt le matin ou en soirée) ;
- si nécessaire : retardateur de prise ou ajustement de dosage, validé par le maître d'œuvre avec justification par essais.

Le maître d'œuvre pourra interdire le bétonnage en cas de conditions climatiques jugées incompatibles avec la qualité attendue.

5.3.4.7 Conditions préalables au bétonnage — point d'arrêt

Aucun bétonnage ne pourra être entrepris sans accord préalable du maître d'œuvre sur :

- l'implantation des ouvrages (planimétrie et altimétrie) ;
- l'état des fonds de fouilles (assèchement, propreté, compactage) ;
- la mise en place et la propreté du béton de propreté ;
- la mise en place des armatures (position, calage, propreté, enrobage) ;
- la propreté et la stabilité des coffrages, mise en place des réservations.

5.3.4.8 Mise en œuvre du béton

Déversement

Le béton ne devra pas être déversé d'une hauteur libre supérieure à **1,50 m**. Au-delà, des dispositifs adaptés (goulotte, manchette, tube plongeur) seront utilisés pour amener le béton au plus près de sa position finale. En cas d'impossibilité, le béton sera déposé sur une surface propre puis immédiatement repris et mis en œuvre.

La mise en place sera réalisée par couches successives homogènes d'épaisseur comprise entre 15 cm et la longueur utile de vibration, avec une épaisseur optimale de **30 à 45 cm**. Le béton sera réparti manuellement ou mécaniquement sans utiliser les vibrateurs comme outil de déplacement.

Vibration

Les vibrateurs devront être adaptés aux cadences de bétonnage et présenter une énergie suffisante.

Caractéristiques à respecter :

- aiguilles Ø 60 à 80 mm ;
- fréquence : 10 000 à 20 000 vibrations/min.

Règles de mise en œuvre :

- immersion verticale ou légèrement inclinée ($\leq 30^\circ$) ;
- enfoncement rapide, remontée lente (environ 6 à 10 secondes pour 30 cm) ;
- distance aux coffrages : ≥ 10 cm — ne jamais appuyer le vibreur sur les coffrages ou les armatures ;
- espacement des points de vibration : ≈ 8 à 10 fois le diamètre de l'aiguille ;
- recouvrement systématique des zones vibrées ;
- pénétration dans la couche inférieure encore fraîche : 10 à 20 cm.

La durée de vibration sera adaptée pour éviter la ségrégation. Arrêt dès : stabilisation du bruit du vibreur, arrêt du tassement, disparition des bulles d'air en surface, apparition de laitance.

Il est formellement interdit d'utiliser la vibration pour déplacer le béton dans le coffrage.

Si la couche inférieure a déjà commencé sa prise lors du coulage de la couche supérieure, la liaison est traitée comme une reprise de bétonnage (voir ci-après).

5.3.4.9 Reprises de bétonnage

Les reprises de bétonnage seront limitées au strict nécessaire et devront être préalablement validées par le maître d'œuvre. Leur position est définie aux plans de coffrage.

Règles de positionnement :

- réduction au strict minimum du nombre de reprises ;
- aucune reprise verticale pour les semelles et voiles coulés en continu, sauf contrainte technique validée ;
- aucune reprise dans l'épaisseur des semelles ;
- aucune reprise sous le niveau de la cuvette pour les ouvrages ≤ 3 m ;
- épaisseur minimale d'une reprise : 15 cm ;
- en zones sollicitées en cisaillement ou traction : réalisation de redans ;
- implantation compatible avec l'aspect des parements (alignement soigné).

Traitement des surfaces de reprise :

- mise à nu systématique par piquage ou lavage eau + air sous pression pour obtenir surface rugueuse et dépourvue de laitance ;
- **reprise < 5-6 heures** : humidification à saturation, élimination de l'eau libre avant bétonnage, première couche légèrement plus plastique admise, temps de vibration augmenté d'environ +50 % ;
- **reprise $\geq$ 5-6 heures** : nettoyage complet + humidification à saturation + application d'un mortier d'accrochage à base de liant hydraulique et résine SBR (adhérence ≥ 1 MPa, résistance au gel, conforme prescriptions fabricant).

Toute reprise mal exécutée pourra entraîner reprise, confortement ou démolition à la charge de l'entreprise.

5.3.4.10 Finition des surfaces non coffrées

Réglage et mise à niveau soignés, fermeture de la surface par talochage puis lissage. Aucun apport de mortier ni ajout d'eau. La maîtrise de la teneur en eau est primordiale pour éviter le faïençage (microfissuration). Finition : surface lisse, régulière, sans ségrégation, sans laitance excessive, sans défaut d'aspect.

5.3.4.11 Décoffrage

Le décoffrage est réalisé sous l'entière responsabilité de l'entreprise, uniquement lorsque le

béton présente une résistance suffisante (absence de déformation, flèche ou affaissement visible).

Délai indicatif de décoffrage pour **parois verticales** avec un béton à durcissement moyen à **20°C : ≥ 36 heures**.

Ce délai de base est à multiplier par un coefficient fonction de la température :

Température	Coefficient multiplicateur
20°C	$\times 1,0$
15°C	$\times 1,25$
10°C	$\times 1,7$
5°C	$\times 2,2$
0°C	$\times 3,3$

Et selon l'inclinaison :

- parois obliques : coefficient $\times 1,5$ supplémentaire ;
- dalles et coffrages horizontaux : coefficient $\times 6$ supplémentaire.

Ces délais peuvent être réduits avec un ciment à durcissement rapide (CEM I 52,5 R) et modifiés par l'emploi d'adjuvants (plastifiants, retardateurs). Aucun coffrage ne devra être laissé en place sauf dérogation expresse du maître d'œuvre. Le décoffrage sera réalisé sans provoquer d'épaufrures ni de dégradations.

5.3.4.12 Parements

Parements bruts de décoffrage. Exigences qualitatives :

- homogènes et de teinte uniforme ;
- réguliers, joints de coffrage maîtrisés ;
- exempts de défauts : nids de cailloux, ségrégation, traces de laitance, fissures, bulles d'air apparentes, reprises visibles.

Tolérances admises :

- planéité globale (règle de 2 m) : ≤ 8 mm ;
- planéité locale (réglet de 20 cm) : ≤ 4 mm ;
- défaut d'aplomb : ≤ 5 cm.

△ Délai de cure et condition de remblaiement — prescription impérative

Le remblaiement de l'ouvrage ne pourra en aucun cas intervenir avant :

- l'écoulement d'un délai minimum de 21 jours après la fin du bétonnage, ET
- l'obtention d'un résultat de résistance à la compression ≥ 20 MPa sur éprouvettes conservées dans les conditions du chantier, attesté par un laboratoire agréé.

Ces deux conditions sont cumulatives. En cas de conditions climatiques défavorables (température basse, gel), le délai de 21 jours pourra être insuffisant : seul le résultat d'essai fait foi. Le planning de chantier devra intégrer ces délais dès la phase préparation.

Cette prescription s'applique séparément à la semelle et au voile.

5.3.4.13 Cure

La cure est une opération obligatoire dont l'importance est souvent sous-estimée en contexte de chantier contraint. Elle conditionne directement la résistance mécanique finale, la durabilité (tenue au gel/dégel, résistance à l'agressivité du milieu) et la limitation des fissurations de retrait. Elle doit être mise en œuvre **immédiatement** après la finition de surface et maintenue sans interruption pendant toute la durée requise.

Procédés admis (au choix, à soumettre à l'agrément du maître d'œuvre) :

- **produit de cure par pulvérisation** (solution privilégiée en contexte de chantier) : produit filmogène appliqué en couche uniforme sur toutes les surfaces exposées — éliminer tout résidu avant reprise de bétonnage ;
- **arrosage continu** : maintien de l'humidité en surface par aspersion régulière, sous bâchage si nécessaire pour limiter l'évaporation ;
- **protection par bâchage** : film polyane ou bâche humide maintenu en contact avec la surface.

Durées minimales indicatives selon température et type de ciment :

Température	CEM I 52,5 (rapide)	CEM I 42,5 (moyen)	CEM III 32,5 (lent)
> 10°C — conditions favorables (HR ≥ 80 %, sans vent ni soleil)	0 à 1 j	1 à 2 j	1 à 4 j
> 10°C — conditions courantes à sévères (HR < 50 %, vent > 30 km/h, soleil)	≥ 1 j	2 à 4 j	4 à 5 j
5°C à 10°C	1 à 2 j	2 à 4 j	2 à 8 j (jusqu'à 10 j en conditions sévères)

Température	CEM I 52,5 (rapide)	CEM I 42,5 (moyen)	CEM III 32,5 (lent)
< 5°C	Maintenir la cure tant que T < +5°C sauf protection thermique adaptée démontrée		

Rappel : en montagne en septembre-octobre, les nuits peuvent descendre sous 5°C même si les journées sont douces. Les durées de cure sont à apprécier en tenant compte des températures nocturnes, pas uniquement diurnes.

Toute cure insuffisante ou interrompue pourra entraîner fissuration, perte de résistance et non-conformité de l'ouvrage.

5.3.5. Dispositifs de drainage

Les barbacanes seront disposées de manière régulière selon un entraxe de 1 à 1,5m en hauteur et largeur suivant leur positionnement (voir plan).

Elles seront éloignées des bords d'ouvrage de 0.5m à minima. Leurs dimensions et emplacements seront conformes aux plans d'exécution.

L'entrepreneur est tenu de mettre en œuvre les cales nécessaires afin de respecter les conditions d'enrobage des armatures.

Quand le ferrailage comprend des treillis soudés, la découpe des fils strictement indispensable, pour permettre une bonne mise en place est autorisée. Les brins ainsi libérés seront rabattus vers l'intérieur des massifs.

5.3.6. Couronnement de la cuvette et des ailes auto-stable

La protection de la cuvette et ailes seront réalisées par des tôles métalliques contiguës (« tuiles »), en acier de construction de nuance S355, d'épaisseur 10 mm, formant un habillage continu du couronnement.

Les tuiles seront disposées perpendiculairement à l'axe de la cuvette et assemblées entre elles par soudure bord à bord après mise en place. Leur largeur sera limitée à 1,50 m maximum afin de limiter les effets de dilatation différentielle et les contraintes sur les soudures.

Principe géométrique :

- Retour aval et amont minimal : 400 mm ;
- Dimensions avant pliage : 3m en cuvette et 2m en retour d'aile * 1,50 m min dans le sens des écoulements ;
- Longueur cumulée des tuiles inférieure de 1 cm à la largeur de la cuvette (sens transversal) ;
- Jeu longitudinal entre parement béton et tôle : 2 à 4 cm.

Les éléments seront façonnés de manière à permettre un emboîtement gravitaire sur le couronnement.

Chaque tuile sera fixée en partie amont par deux ancrages type GEWI Ø20 mm (ou équivalent), scellés dans le béton et positionnés à environ 20 cm sous l'arête supérieure.

Des lumières horizontales d'environ 4 cm seront prévues au droit des ancrages afin de permettre la dilatation de la tuile.

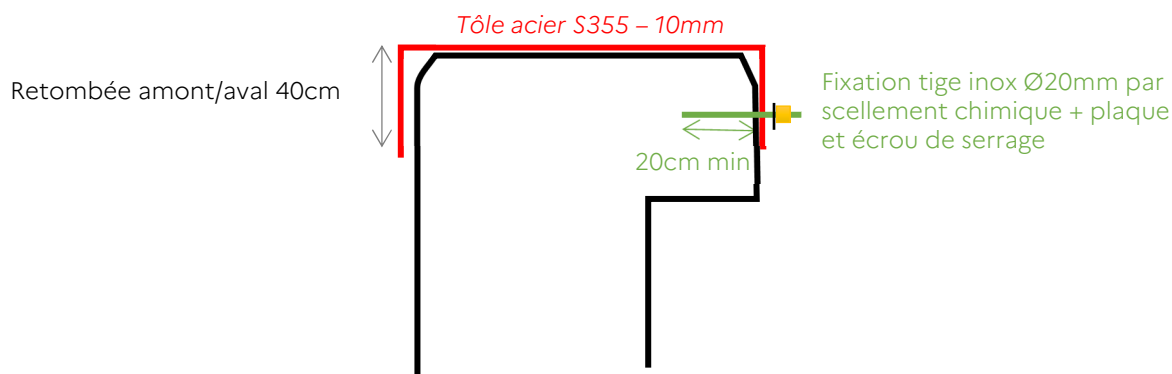


Figure 12: Schémas de principe de pose de la cornière métallique et détail de l'ancrage face amont

Les jonctions entre parties horizontales et retours inclinés seront traitées en continuité. Aucun vide ni zone de béton apparent ne sera admis voir figure suivante.

Les dimensions exactes et le détail d'exécution seront proposés par l'entreprise et soumis à l'agrément du maître d'œuvre. Toute variante devra être validée.



Figure 13: Schéma des conditions de pose des tuiles dans les angles de la cuvette

5.3.7. Joint de compression

Le joint de compression sera réalisé à l'aide de plusieurs couches de panneaux de contreplaqué de type CTBX 15mm superposés pour atteindre l'épaisseur de 50mm.

Les panneaux seront mis en place de manière continue sur toute la hauteur du joint, entre les parties d'ouvrage à désolidariser. Ils seront disposés en plusieurs couches, avec décalage des joints entre plaques. Les panneaux seront maintenus en position avant bétonnage (clouage, vissage ou dispositif équivalent), de manière à éviter tout déplacement lors de la mise en œuvre du béton.

La mise en œuvre devra garantir :

- L'absence de vide entre les plaques ;
- Un bon contact avec les parements ;
- La continuité du joint sur toute la section.

Le joint ainsi constitué assure une fonction de désolidarisation et permet d'absorber les déformations différentielles entre les parties d'ouvrage. Il n'a pas vocation à assurer l'étanchéité.

6. TRAVAUX DE REALISATION DES AILE EN ENROCHEMENTS BETONNES ET OUVRAGES ANNEXES

6.1. EXTREMITES D'AILES EN ENROCHEMENTS BETONNES

6.1.1. Description

Les extrémités d'ailes en enrochements bétonnés assurent le raccordement entre les seuils auto-stables et les berges naturelles, ainsi que la protection contre les contournements en crue.



Figure 14: Vue en coupe des extrémités d'ailes en rive droite et en rive gauche

- **Principe de raccordement avec le seuil**

Les ailes ne seront pas structurellement liaisonnées au seuil auto-stable. Un joint libre sera maintenu à l'interface. Ce joint devra permettre :

- Les mouvements différentiels
- L'adaptation aux tassements éventuels
- Sans créer de point dur

- **Géométrie et disposition**

Les enrochements de tête devront dépasser de l'ouvrage auto-stable :

- Déborder latéralement de part et d'autre (conformément aux plans) ;
- Assurer un bon ancrage dans le terrain naturel ;
- Limiter les risques d'érosion régressive.

- **Adaptation aux conditions de terrain**

Compte tenu du caractère naturel du site :

- La géométrie pourra être ajustée en fonction :
 - o des matériaux rencontrés,
 - o de la portance de l'assise,
 - o Des contraintes locales de mise en œuvre ;
- Les terrassements seront strictement limités au nécessaire = compromis entre :
 - o limitation de l'impact sur le site (rive droite en glissement),
 - o ancrage suffisant des ailes pour éviter tout contournement en crue

- **Cas particulier de la rive droite**

La rive droite constitue un point sensible du projet, la phase de terrassement devra être réalisée en présence du RTM. Une attention particulière sera portée au :

- Risque de déstabilisation de berge ;
- Risque de contournement hydraulique.

6.1.2. Spécification de la fourniture

Objet	Fourniture	Spécification
Enrochements bétonnés	Géotextile anti-contaminant	Géotextile non tissé NF EN 13252 Masse surfacique $\geq 300 \text{ g/m}^2$ Résistance traction $\geq 15 \text{ kN/m}$ Résistance au poinçonnement $> 2,5 \text{ kN}$
	Enrochements (fournis)	Classe granulométrique : 0,3 à 1 T (conforme NF EN 13383) $D_{50} \approx 0,8 \text{ m}$ Masse volumique : $\geq 2,6 \text{ t/m}^3$ Blocs : anguleux, non roulés, issus de roche saine et homogène, non gélifs Forme des blocs : rapport $L / E \leq 3$ (L : longueur maximale, E : épaisseur minimale) Résistance mécanique : Micro-Deval : $MDE \leq 20$ (NF EN 1097-1) Résistance au gel/dégel : - Perte d'indice $I_c \leq 15 \%$ (NF EN 13383 + NF P 18-556) - 80 % des blocs conformes à ce critère - Coefficient d'absorption d'eau $\leq 0,5 \%$ (classe Wa)
	Béton	BPS NF EN 206-1 XF3 XA1 C30/37 $D_{max} 20 \text{ S2 CI } 0,40$ Ciment CEM I 52,5 N PMES ou CEM I 52,5 N CP2 - dosage min 315 kg/m^3
	Barbacane PVC Ø100	PVC type adduction, pression nominale $\geq 16 \text{ bars}$

6.2. DESCRIPTION DES OUVRAGES ANNEXES CONSTITUANT LE DISPOSITIF ET SPECIFICATION DE LA FOURNITURE

Les ouvrages annexes ont pour fonction d'assurer :

- Le guidage des écoulements courants ;
- La protection des zones sensibles ;
- La continuité hydraulique entre les seuils.

Ces aménagements sont conçus comme des dispositifs simples, robustes et adaptables, compatibles avec le fonctionnement d'un torrent à forte dynamique. Leur réalisation devra tenir compte des conditions réelles de terrain, sous validation du maître d'œuvre.

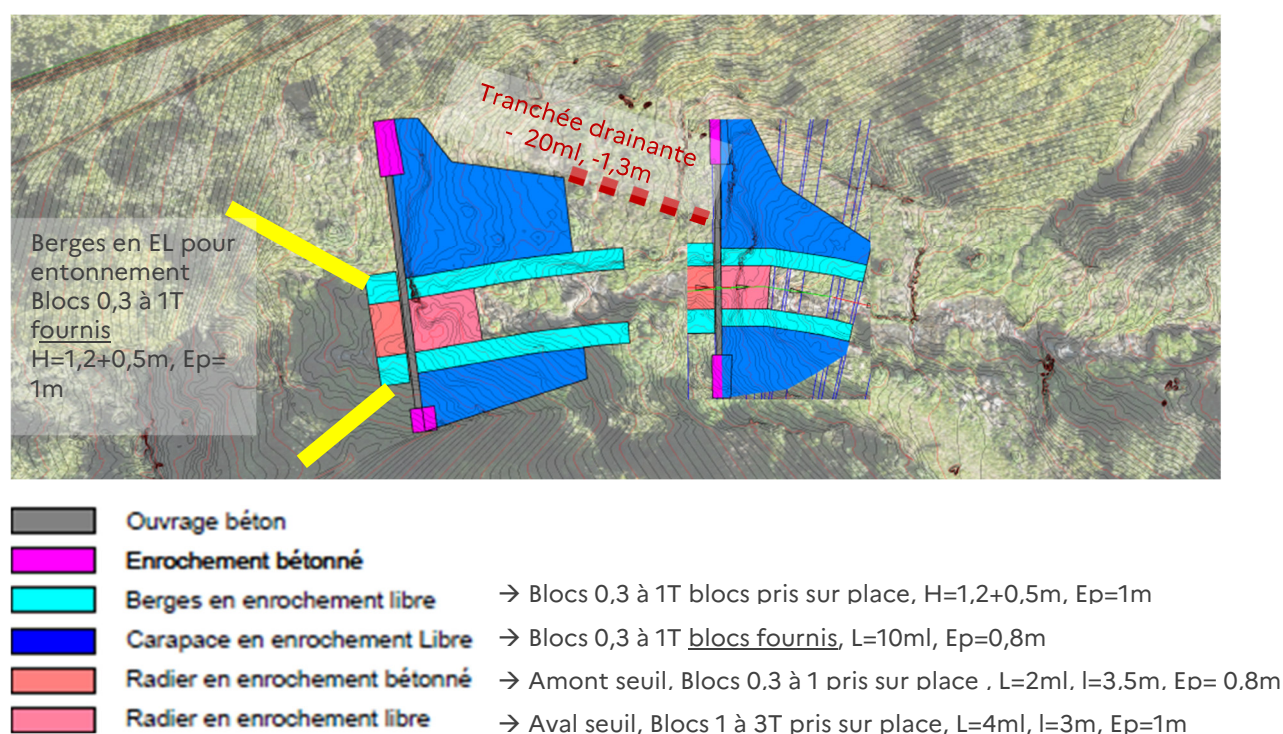


Figure 15: schéma de l'implantation des ouvrages annexes aux seuils

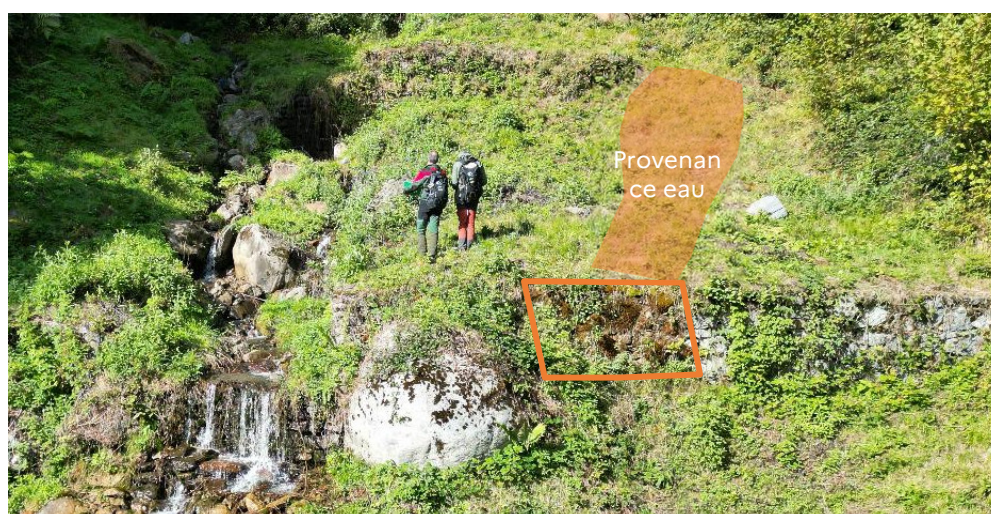


Figure 16: Photo drone du seuil n°16 avec repérage des venues d'eau et de la future tranchée drainante

Ouvrage	Objectif / justification	Fourniture	Spécification
Reprofilage des branches amont	Branche du Paulède : suppression des dépôts en rive gauche afin d'éviter un renvoi des écoulements vers la rive droite ; Branche du Rioulong : suppression des blocs en surplomb et décalage du lit mineur d'environ 1 m vers la rive gauche		-
Radier amont cuvette	Assurer une transition hydraulique et limiter les affouillements localisés en amont immédiat de la cuvette. Radier réalisé en enrochements bétonnés : - Largeur 3,5m (=largeur cuvette + 0,5m) ; - Épaisseur : $\approx 0,8$ m ; - Longueur : 2m.	Enrochements pris sur place	Classe granulométrique : 0,3 à 1 T (conforme NF EN 13383), $D_{50} \approx 0,8$ m Blocs : anguleux, non roulés, issus de roche saine et homogène, non gélifs Forme des blocs : rapport $L / E \leq 3$ (L : longueur maximale, E : épaisseur minimale)
		Béton	BPS NF EN 206-1 XF3 XA1 C30/37 Dmax 20 S2 CI 0,40 Ciment CEM I 52,5 N PMES ou CEM I 52,5 N CP2 - dosage min 315 kg/m³
Radier anti-affouillement au pied des seuils	Limiter l'affouillement local au pied du seuil. Radier réalisé en enrochements libres : - Largeur : largeur de la cuvette en tête, soit 3m ; - Longueur : ≈ 4m en aval du seuil (zone d'impact) ; - Épaisseur : ≈ 1 m. Couche de transition : 0,2m <i>Mesure de réduction MR8 - blocs à positionner de manière à créer volontairement des interstices, des cachés et une diversité de faciès en aval</i>	Couche de transition	GNT type 60/180 NF EN 13242 Propres, sans fines excessives (≤ 5 %) ; Issus de roches saines, non gélives et non friables ; De granulométrie homogène, sans ségrégation.
		Enrochements fournis	Classe granulométrique : 1,1 à 3 T (conforme NF EN 13383), $D_{50} \approx 1,1$ m Masse volumique : $\geq 2,6$ t/m³ Blocs : anguleux, non roulés, issus de roche saine et homogène, non gélifs Forme des blocs : rapport $L / E \leq 3$ (L : longueur maximale, E : épaisseur minimale) Résistance mécanique : Micro-Deval : MDE ≤ 20 (NF EN 1097-1)

	immédiat des seuils. Cette disposition constitue une mesure de réduction partielle de la perte de fonctionnalité de l'habitat liée au béton lisse des nouveaux ouvrages.		Résistance au gel/dégel : - Perte d'indice $I_c \leq 15$ % (NF EN 13383 + NF P 18-556) - 80 % des blocs conformes à ce critère Coefficient d'absorption d'eau $\leq 0,5$ % (classe Wa)
Protections de berge – amont seuil 17	Capter et recentrer les écoulements issus de la confluence pour les crues courantes. Réalisé en enrochements libres : - Longueur : ≈ 10 m ; - Hauteur : 1,2 m + 0,5 m d'ancrage ; - Épaisseur : $\approx 0,8$ m.	Enrochements <u>fournis</u>	Classe granulométrique : 0,3 à 1 T (conforme NF EN 13383), $D_{50} \approx 0,8$ m Masse volumique : $\geq 2,6$ t/m³ Blocs : anguleux, non roulés, issus de roche saine et homogène, non gélifs Forme des blocs : rapport $L / E \leq 3$ (L : longueur maximale, E : épaisseur minimale) Résistance mécanique : Micro-Deval : $MDE \leq 20$ (NF EN 1097-1) Résistance au gel/dégel : - Perte d'indice $I_c \leq 15$ % (NF EN 13383 + NF P 18-556) - 80 % des blocs conformes à ce critère Coefficient d'absorption d'eau $\leq 0,5$ % (classe Wa)
Protections de berge – inter seuils 16 et 17	Stabiliser les berges et limiter l'affouillement. Réalisé en enrochements libres : - Longueur : ≈ 20 m ; - Hauteur : 1,2 m + 0,5 m d'ancrage - Épaisseur : $\approx 0,8$ m.	Enrochements <u>pris sur place</u>	Classe granulométrique : 0,3 à 1 T (conforme NF EN 13383), $D_{50} \approx 0,8$ m Blocs : anguleux, non roulés, issus de roche saine et homogène, non gélifs Forme des blocs : rapport $L / E \leq 3$ (L : longueur maximale, E : épaisseur minimale)

Matelas retour au lit	Dissiper l'énergie des écoulements en débordement et guider les flux vers le lit mineur, afin de limiter l'érosion des atterrissements et le contournement des ouvrages. - Largeur : ≈ 9 m (largeur des ailes) ; - Longueur : ≈ 10 m dans l'axe du torrent ; - Épaisseur : $\approx 0,8$ m ; - Contre-pente transversale : ≈ 10 % vers le lit mineur ;	Enrochements <u>fournis</u>	Classe granulométrique : 0,3 à 1 T (conforme NF EN 13383), $D_{50} \approx 0,8$ m Masse volumique : $\geq 2,6$ t/m³ Blocs : anguleux, non roulés, issus de roche saine et homogène, non gélifs Forme des blocs : rapport $L / E \leq 3$ (L : longueur maximale, E : épaisseur minimale) Résistance mécanique : Micro-Deval : $MDE \leq 20$ (NF EN 1097-1) Résistance au gel/dégel : - Perte d'indice $I_c \leq 15$ % (NF EN 13383 + NF P 18-556) - 80 % des blocs conformes à ce critère Coefficient d'absorption d'eau $\leq 0,5$ % (classe Wa)
Tranchée drainante	Collectée les eaux rive gauche en amont du seuil	Matériaux drainant	Réemploi des pierres issues des cages gabions démontée
		Drain	Drain perforé annelé PEHD SN4 (NF EN ISO 9969) Ø200min, yc accessoires compatibles
		Géotextile filtration et séparation	Géotextile non tissé NF EN 13252 Masse surfacique ≥ 250 g/m² Resistance traction ≥ 15 kN/m Resistance au poinçonnement $> 2,5$ kN Perméabilité normale au plan $\geq 10^{-3}$ m/s

6.3. MICRO-MINAGE DE BLOCS

Les travaux comprennent le micro-minage des blocs rocheux situés dans l'emprise des terrassements et ne pouvant être déplacés par les engins. Le nombre de blocs concernés est estimé à **5 unités**, incluant le bloc inter-seuils perturbant les écoulements vers le seuil aval et les blocs granitiques encombrant l'emprise des fouilles. Cette estimation est donnée à titre indicatif ; le nombre réel sera constaté contradictoirement avec le maître d'œuvre en cours de terrassements.

Les travaux comprennent pour chaque bloc :

- la réalisation du micro-minage de la partie saillante ou de l'ensemble du bloc selon les besoins ;
- le tri sur place des matériaux fragmentés : fractions réutilisables stockées en zone dédiée pour réemploi dans le réglage du lit et des atterrissements, fractions non réutilisables évacuées vers filière adaptée ;
- le réglage du lit après intervention ;
- toutes sujétions liées à la sécurité et aux conditions d'accès.

Le micro-minage devra être réalisé de manière contrôlée afin de :

- limiter les vibrations transmises aux ouvrages existants et aux berges ;
- éviter toute déstabilisation de la rive droite en glissement ;
- préserver les structures environnantes.

Les modalités d'exécution (méthode retenue — produit expansif chimique ou technique équivalente, charges, phasage) devront être proposées par l'entreprise dans ses études d'exécution et soumises au **VISA du maître d'œuvre avant toute intervention**. En cas de recours à un produit expansif chimique, sa fiche technique et sa compatibilité avec le milieu aquatique devront être transmises au maître d'œuvre pour validation préalable. Toute mise en œuvre à proximité immédiate du cours d'eau devra être réalisée hors d'eau ou avec un dispositif de protection contre tout rejet dans le lit.



Figure 17: Photo drone d'un gros bloc susceptible d'être à micro miner

6.4. DESCRIPTION DE LA REPRISE DU SEUIL 14

Les travaux comprennent la reprise partielle de la cuvette et des aménagements associés du seuil n°14.

- Dépose des aménagements en rive gauche :
 - o la dépose de la cage gabion existante,
 - o la dépose des matériaux de type blocailles,
 - o le tri des matériaux déposés ;
- Repositionnement de la cage gabion en rive droite yc calage du gabion et éventuel remplissage complémentaire et reprise des ligatures.
- Le reprofilage du lit en amont de la cuvette (terrassements, réglage)



Figure 18: Réduction de la largeur de cuvette du seuil 14 en rive gauche

6.5. METHODE D'EXECUTION DES TRAVAUX

6.5.1. Mise en œuvre des enrochements

6.5.1.1 Généralités

La mise en œuvre des enrochements ne pourra débuter qu'après validation par le maître d'œuvre de la **surface de pose (assise, réglage, portance)**. L'entreprise devra :

- Fournir les repères, gabarits et guides nécessaires à la bonne exécution ;
- Adapter la mise en œuvre aux conditions réelles du terrain ;
- Garantir la stabilité globale de l'ouvrage.

La mise en œuvre sera réalisée :

- Depuis l'aval vers l'amont ;
- De bas en haut ;
- Par pose individuelle des blocs.

6.5.1.2 Mise en place des blocs

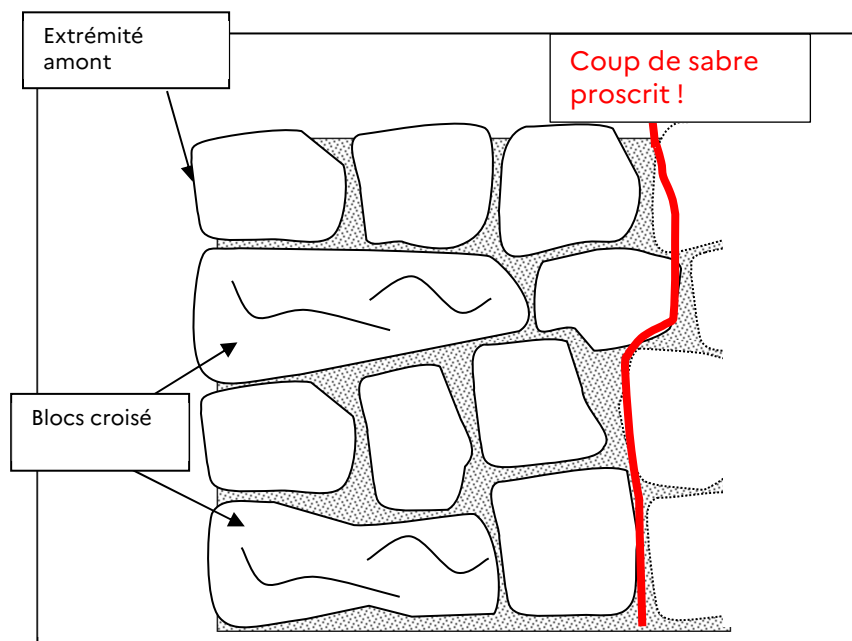
Les blocs seront mis en place à la pelle hydraulique (godet, griffe, pince ou câble), de manière à :

- Assurer une forte imbrication ;
- Limiter au maximum les vides ;
- Obtenir une épaisseur conforme aux plans.

Les blocs seront disposés :

- Majoritairement en pose en boutisse (plus grande dimension perpendiculaire au parement) ;
- Insertion ponctuelle de blocs de très gros volume ;
- Avec croisement des blocs pour assurer la cohésion.
- Décalage des lits successifs pour éviter les plans de faiblesse ;
- Parement non régulier recherché, avec forte rugosité (relief ≈ 30 cm) ;
- Absence d'alignement artificiel des blocs.

Un serrage mécanique sera réalisé par appui du godet afin de limiter les mouvements ultérieurs.



- **Remplissage des vides**

- Les vides seront comblés par des blocs plus petits dans la limite de 20 % du volume total ;
- Les nids de petits blocs sont interdits ;
- Le calage des gros blocs par de petits éléments est interdit.

6.5.1.3 Enrochements bétonnés

- **Principe général**

Tous les vides entre blocs seront remplis de béton. Le béton sera :

- Mis en place sans ségrégation ;
- Vibré sur environ les $\frac{3}{4}$ de l'épaisseur de l'enrochement.

- **Jointoiement et parement**

- Les blocs visibles seront nettoyés de toute coulure de béton ;
- Les joints seront repris à la truelle après début de prise ;

- Les joints présenteront :
 - o un plan régulier parallèle au parement ;
 - o un retrait uniforme de 10 à 25 cm par rapport aux blocs.

- **Aspect final**

- Aucun arasement par couvertine béton n'est autorisé ;
- Le sommet devra être régulier par réglage des blocs ;
- L'utilisation de blocs plats ou minces est interdite.

- **Conditions de bétonnage et délais**

Le bétonnage sera réalisé conformément aux normes en vigueur (NF EN 13670 et fascicule 65).

Le béton sera mis en œuvre au plus tard dans l'heure suivant sa fabrication ou sa livraison.

- **Vibration**

- Aiguilles Ø 60 à 80 mm ;
- Fréquence : 10 000 à 20 000 vibrations/min ;
- Matériel soumis à validation du maître d'œuvre.

- **Conditions climatiques**

- Température < 0°C : bétonnage interdit ;
- Température entre 0°C et +5°C : mesures spécifiques à valider ;
- Température ≥ 25°C : protection contre la dessiccation obligatoire.

- **Cure**

La cure du béton est obligatoire et réalisée par tout moyen adapté (produit de cure, arrosage, protection). Durée minimale indicative :

- 1 jour pour CEM I 52,5 ;
- 3 jours pour CEM III 32,5.

- **Drainage des enrochements bétonnés**

Afin d'éviter les surpressions hydrauliques :

- Des barbacanes PVC Ø100 seront mises en place dans les protections en enrochements bétonnés ;
- Densité indicative : 1 barbacane pour 6 m² de parement ;

Caractéristiques :

- Mise en place entre blocs et noyés dans le béton ;
- Pente de 5 à 10 % vers l'extérieur ;
- Extrémité équipée d'un géotextile filtrant ;
- Sortie affleurante au parement.

- **Dispositions communes**

- Toute ségrégation, pollution ou défaut d'imbrication est proscrit ;
- Les ouvrages devront présenter une **stabilité immédiate et durable** ;
- Toute non-conformité pourra entraîner la reprise des travaux aux frais de l'entreprise.

6.5.2. Tranchée drainante

- **Généralités**

Les travaux comprennent la réalisation d'une tranchée drainante associée à un dispositif de collecte et d'évacuation des eaux, au droit de l'aile rive gauche du seuil n°16. L'ensemble du dispositif devra permettre :

- La collecte des venues d'eau ;
- Leur transit contrôlé à travers l'ouvrage (pertuis) ;
- Leur rejet vers le lit du torrent sans érosion localisée.

Les travaux seront réalisés conformément aux plans et adaptés aux conditions rencontrées sur site, après validation du maître d'œuvre.

- **Terrassement de la tranchée**

La tranchée drainante sera réalisée :

- Profondeur : $\approx 1,30$ m ;
- Largeur : $\approx 0,80$ m ;
- Pente minimale de 3% ;
- Sans blindage, sous réserve de la tenue des terrains.

Le fond de fouille sera :

- Réglé ;
- Purgé des matériaux meubles ;
- Réceptionné par le maître d'œuvre avant mise en œuvre.

- **Mise en place du dispositif drainant**

La tranchée sera équipée d'un géotextile anti-contaminant :

- Disposé en fond et sur les parois ;
- Avec recouvrement suffisant des lés ;
- Refermé en partie supérieure après mise en place des matériaux.

En fonction de la nature des matériaux le maître d'œuvre pourra décider de la non mise en œuvre du géotextile.

Un drain Ø200 SN4 perforé sera mis en place en fond de tranchée en pose avec pente régulière vers l'exutoire et calage soigné pour éviter tout poinçonnement ou déformation.

La tranchée sera remblayée avec des matériaux drainants issus du recyclage des cages gabions des ouvrages démontés.

Le géotextile sera refermé en tête afin d'éviter toute contamination du matériau drainant.

- **Traversée de l'ouvrage (pertuis)**

Les eaux collectées seront évacuées à travers l'aile du seuil par un pertuis :

- Positionnement conforme aux plans ;
- Raccordement étanche avec le drain ;
- Protection contre les entrées de fines.

Des barbacanes complémentaires sont prévues dans l'ouvrage pour sécuriser le drainage.

- **Exutoire et rejet des eaux**

Les eaux drainées seront dirigées vers le lit du torrent via un fossé.

7. CLAUSES ENVIRONNEMENTALES GENERALES

Les dispositions du présent chapitre complètent les mesures environnementales spécifiques aux espèces protégées définies au §3.1, auquel il convient de se référer en priorité pour tout ce qui concerne le Desman des Pyrénées, la dérivation hydraulique, la gestion du laitage béton et des hydrocarbures.

7.1. GESTION DES SUBSTANCES POTENTIELLEMENT POLLUANTES

Mesure de réduction MR4

Le ravitaillement en carburant et le dépôt des bidons seront réalisés à **50 m minimum** du cours d'eau ;
Des **bacs de rétention** seront obligatoirement mis en place sous tous les engins à l'arrêt ;
L'utilisation d'**huile biodégradable** est obligatoire pour l'ensemble des engins intervenant sur le site ;
Tout rejet accidentel sera immédiatement contenu, traité et signalé au maître d'œuvre.

Les carburants et lubrifiants seront stockés en conteneurs étanches, sur surface plane et stable, avec dispositif de rétention. L'utilisation d'essence pour le nettoyage des engins est interdite. Seuls des produits non toxiques sont autorisés pour le nettoyage.

Tout produit potentiellement polluant devra être déclaré, justifié réglementairement et validé par le maître d'œuvre avant utilisation. Cette obligation s'applique notamment aux adjuvants béton et aux produits de cure.

7.2. PROTECTION DES COURS D'EAU

Il est interdit de prélever des matériaux dans le lit mineur hors des zones et quantités définies au projet. Toute modification de la géométrie du lit hors projet est interdite.

Les engins, matériels et matériaux seront évacués hors du lit quotidiennement et systématiquement en cas de risque météorologique. Les prescriptions du service de police de l'eau devront être respectées en toutes circonstances.

7.3. PROTECTION DES MILIEUX NATURELS

L'entreprise appliquera strictement la réglementation en vigueur (code de l'environnement, code forestier). Tout usage du feu est interdit sauf autorisation spécifique écrite. Les zones sensibles identifiées sur le plan d'installation (frayères, habitats remarquables) devront être préservées de toute intervention non prévue au projet.

7.4. GESTION DES DECHETS

Les déchets de chantier seront triés, stockés en zone identifiée et protégés contre toute dispersion. Ils seront évacués vers des filières agréées sous la responsabilité de l'entreprise. Les matériaux excédentaires ou refusés seront évacués en décharge agréée aux frais de l'entreprise. Aucun brûlage ni enfouissement de déchets n'est autorisé sur le site.

7.5. DECOUVERTE D'ESPECES SENSIBLES

En cas de découverte de toute espèce ou milieu sensible non identifié au projet, les travaux seront interrompus localement et le maître d'œuvre informé sans délai. Des mesures adaptées seront définies en concertation avec les services compétents avant toute reprise.

Pour le Desman des Pyrénées spécifiquement, se référer à la procédure détaillée au §3.6.5. En cas de découverte d'un individu, le CEN Occitanie (J. Cassaigne – jean.cassaigne@cen-occitanie.org) sera contacté immédiatement, en plus du maître d'œuvre et de la DDT/OFB. Sauf cas de force majeure, aucune manipulation ni déplacement d'individu ne sera réalisé par l'entreprise.

Les zones pouvant retenir l'eau (ornières, dépressions créées par les travaux) seront supprimées en fin de travaux afin d'éviter la création de pièges pour la faune.

7.6. GESTION DES POLLUTIONS ACCIDENTELLES

En cas de pollution accidentelle :

- alerter immédiatement les secours (112), le maître d'œuvre et les services compétents ;
- stopper la source de pollution ;
- mettre en place les mesures de confinement (diguettes, absorbants) ;
- récupérer les produits polluants et évacuer les terres contaminées vers une filière agréée.

L'entreprise intégrera une procédure d'intervention dans son PAQ et formera le personnel avant démarrage du chantier.

7.7. BRUIT

Les matériels devront être conformes à la réglementation acoustique en vigueur. Les nuisances sonores sont interdites de 19h à 8h, ainsi que le dimanche et les jours fériés. Les équipements inutilisés devront être arrêtés.

