

Département des Hautes-Pyrénées

Commune de Cauterets

PYREN – Micro centrales hydroélectriques

CRÉATION D'UNE CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE SUR LE GAVE DU CAMBASQUE

MÉMOIRE EN RÉPONSE À L'AVIS DE L'AUTORITÉ ENVIRONNEMENTALE

SUR LE DOSSIER PRÉSENTANT LE PROJET ET COMPRENANT L'ÉTUDE D'IMPACT

N° SAISINE : 2019 – 7037

AVIS ÉMIS LE 11/07/2019



OCTOBRE 2019

AMIDEV
Bureau d'Études en environnement


pedon
ENVIRONNEMENT ET
MILIEUX AQUATIQUES
AGENCE SUB-OUEST



1. QUALITE DE L'ETUDE D'IMPACT	5
2. ANALYSE DE LA PRISE EN COMPTE DE L'ENVIRONNEMENT DANS LE PROJET	6
2.1. BIODIVERSITE ET CONTINUITES ECOLOGIQUES.....	6
2.2. HYDROLOGIE ET FONCTIONNEMENT SEDIMENTAIRE.....	11
2.3. PAYSAGES, SITES ET ACTIVITES HUMAINES	28
2.4. NUISANCES ET VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	28
3. MESURES ERC	31
3.1. MESURES D'EVITEMENT	31
3.2. MESURES REDUCTRICES ADOPTEES	33
3.3. MESURES D'ACCOMPAGNEMENT ADOPTEES.....	36
3.4. MESURES COMPENSATOIRES.....	38

1. QUALITE DE L'ETUDE D'IMPACT

« La MRAe recommande de clarifier les mois de régulation du débit réservé sur l'ensemble des chapitres de l'étude d'impact. Elle recommande que le ou les tracé(s) de raccordement électrique envisagé(s) soient présentés et que leurs impacts environnementaux soient évalués dans l'étude d'impact. »

Valeurs des débits réservés

Le débit réservé est prévu ainsi : 110 l/s du 1er octobre au 30 avril et 150 l/s du 1er mai au 30 septembre. Il y a effectivement une erreur de formulation à la p.14 (résumé non-technique de l'EI) où il est écrit « d'octobre à mars » et « d'avril à octobre » au lieu de « d'octobre à avril » et « de mai à septembre inclus ».

Emplacement et impacts du raccordement électrique

Le raccordement au réseau de la centrale se fait en souterrain entièrement en zone urbaine (parking Georges Ledormeur et rue Alsace Lorraine). Ce tracé est la solution de raccordement définie par ENEDIS, concessionnaire du réseau de distribution d'électricité sur la commune de Cauterets. Il est présenté dans le sous-dossier 2.10 du dossier de demande d'autorisation environnementale du projet à partir de la page 12 :

Raccordement au réseau électrique

Selon la pré-étude approfondie fournie par ENEDIS (11/12/2017) le raccordement électrique de la centrale aura lieu au poste «ABATTOIRS» situé à proximité du départ de l'avenue Alsace-Lorraine. Une ligne 20 000 volts enterrée reliera les deux points

4.1. Tracé prévisionnel de la solution de raccordement

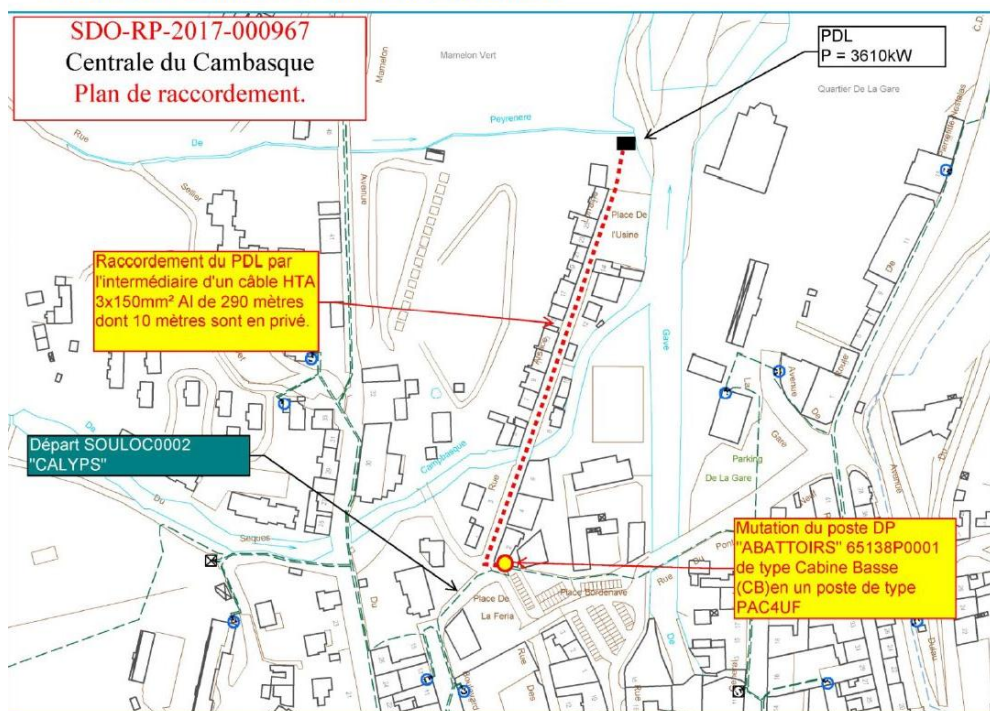


Illustration 1 : Plan de raccordement du projet au réseau électrique (source : ENEDIS)

Ce raccordement est aussi présenté au § 2.2.4 p 45 et 46 de l'étude d'impact où il est dit « Une ligne d'évacuation de l'énergie sera construite sous spécifications et contrôle du gestionnaire du réseau public de distribution de l'électricité.

Toutes les lignes (électriques, téléphoniques et de transmission - fibre optique) seront enfouies. »

Ce raccordement réalisé entièrement en zone urbaine en souterrain est donc sans impact spécifique.

2. ANALYSE DE LA PRISE EN COMPTE DE L'ENVIRONNEMENT DANS LE PROJET

2.1. BIODIVERSITE ET CONTINUITES ECOLOGIQUES

2.1.1. LES IMPACTS

La MRAe juge nécessaire de compléter significativement l'analyse des impacts sur le milieu aquatique et milieux humides associés de la réduction du débit moyen lié à la mise en place de la centrale, en particulier en termes de perte d'habitats pour les espèces patrimoniales et de fonctionnalité de la chaîne trophique.

Elle recommande de justifier plus précisément la possibilité de récréation d'une frayère en queue de remous suite à la mise en place du seuil.

Analyse des impacts

Le pétitionnaire et ses conseils ont déjà partagé avec l'administration la difficulté d'aller plus avant dans l'analyse des impacts :

- De la connaissance des tronçons dérivés fréquentés par la Loutre et le Desman, il ressort qu'ils s'accommodent de ces diminutions de débit (Neez, Gave de Pau, Neste de Couplan, Ruisseau de l'Oule – Ruisseaux du 65 – observations AMIDEV) ; les bureaux d'études ne sont pas en capacité d'évaluer quantitativement l'éventuelle diminution des populations puisque la quantification de ces populations elle-même est très difficile, et sans documentation référencée.

- Des membres de l'AFB sur d'autres départements d'Occitanie estiment insignifiant l'impact des micro-centrales sur le Cingle et la Bergeronnette des ruisseaux.

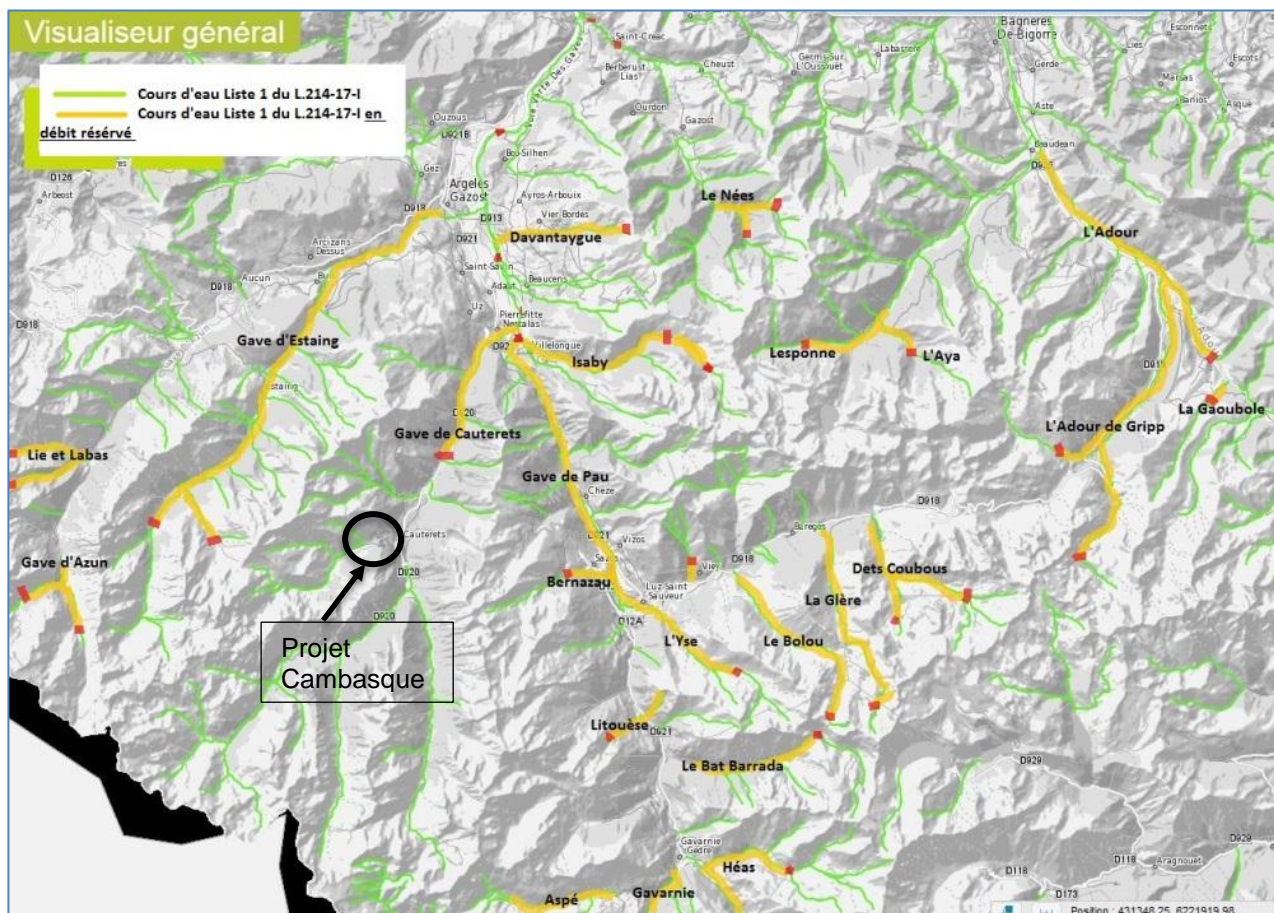
- **La perte potentielle de connectivité avec les abris en berge** se passe effectivement en période d'étiage, les berges sont moins mouillées. Cependant, sur ces rivières torrentielles composées de blocs et galets, les habitats principaux pour les truites ne se trouvent pas au niveau des berges. Les sous-berges et les racines sont absentes. Ce type de milieu n'est pas favorable aux gîtes de Desman ou aux catiches de Loutre. Les habitats principaux des truites se situent dans les fosses du lit et entre les blocs.

- **Au sujet de la nécessité de quantifier la réduction globale de surface mouillée**, la situation est très difficile sur une rivière avec des faciès d'écoulement composés de cascades et de chutes, la pente étant trop importante pour le calcul du DMB (débit minimum biologique). La quantification de cette réduction reviendrait à faire une estimation (en fonction de la diminution du débit) mais n'aurait pas d'argument tangible. Les retours du MRAe seraient identiques. Même une modélisation complète du TCC (tronçon court-circuité) serait compliquée à cause des différentes veines d'eau et des blocs. Nous ne pouvons pas prévoir le cheminement de la veine d'eau lors de la réduction du débit. De plus, la forte mobilité du substrat, et notamment des blocs en période de crue, fait fortement varier la surface mouillée (même raison pour la déconnexion des berges).

- **Pour mieux documenter l'aggravation de la dégradation des habitats aquatiques observée dans la partie urbanisée du cours d'eau**, une pêche complémentaire a été réalisée sur ce secteur entièrement anthropisé. Il s'avère que la truite est présente mais en effectif plus faible, ce qui correspond à une moindre disponibilité de l'habitat et sans doute au processus de dévalaison. Les habitats des truites sur ce secteur se trouvent au niveau des blocs non jointés dans le ciment. Il n'y a pas, à ce niveau, de connexion avec la berge. La diminution du débit sur ce secteur entraînera une diminution de la lame d'eau mais les caches présentes entre les blocs dans le lit seront toujours présentes.

Les cartes suivantes montrent que la plupart des tronçons de cours d'eau fonctionnant sous un régime de débit réservé, sont classés en très bon état écologique ou en réservoir biologique, liste 1 du L.214-17-1, prouvant ainsi leur fonctionnement en débit réduit compatible avec la biodiversité.

Cours d'eau classés au titre du L214-17-1 (en réservoir biologique ou très bon état écologique) avec les installations présentant un débit réservé maximum de 10 % du module



Source : PYREN d'après Picto-occitanie

Recréation d'une frayère

Dans l'étude d'impact, p 193 « Zones de croissance et de frayères, obstacles à la montaison et à la dévalaison », il est écrit : « Une frayère d'une superficie d'environ 9 m² se trouve dans le futur remous du seuil. Cette frayère sera envoyée mais une surface de frayère sera regagnée en amont du remous en période de fonctionnement de la centrale. » Cette récréation de frayère est par la suite évoquée plusieurs fois (pages 236, 240, 247, 250, 256, 263, 293, 297).

Le Gave du Cambasque présente des caractéristiques d'écoulement et de granulométrie fortement variables selon l'hydrologie. La mise en place de la prise d'eau entraînera la création d'un remous. Ce remous, assimilé à un pool, s'insérera dans la dynamique du cours d'eau. Ainsi, selon les dépôts de granulométrie, ce remous au niveau de sa partie terminale pourra constituer une zone de frayère favorable pour les truites présentes. Une étude menée sur la Neste du Louron a identifié que ces types de faciès sont bien utilisés par les truites (Delacoste et al., 1993). La frayère ne peut par contre être présente que dans la partie terminale (la plus amont) où les hauteurs d'eau ne sont pas trop élevées et avec une fraction granulométrique constituée de galets et petits galets compris entre 10 et 100 mm (MEEDDAT, 2008).

Il est à noter que l'hydrologie du Gave de Cambasque entraîne un fort déplacement de matériaux selon les crues et induit un changement régulier des faciès d'écoulement et des zones de frayères. Ainsi, ces zones de reproduction sont susceptibles de varier en termes d'emplacement selon les années mais également en termes de surface et d'accessibilité.

2.1.2. LES MESURES

La MRAe recommande d'apporter des précisions sur l'efficacité de la grille coanda sur la dévalaison des truites, compte tenu du débit d'équipement retenu. Celui-ci devrait être justifié au regard des caractéristiques de l'hydrologie du cours d'eau.

Grille Coanda : la MRAe émet des réserves au sujet de la grille Coanda « son efficacité pourrait être remise en cause pour une dévalaison des truites dans de bonnes conditions. En effet, ces grilles doivent être saturées d'eau pour que les truites retenues ne restent pas à dévaler à l'air libre jusqu'à la goulotte de dévalaison ». Nous ne comprenons pas cette réserve. Cette grille a justement été choisie pour ses qualités ichtyophiles meilleures que la grille à trous précédemment envisagée malgré son surcoût, car recommandée et encouragée par l'administration.

Le même fonctionnement de principe a été agréé dans le département encore tout récemment : sur le site Palouma (haute chute) au-dessus de Gazost.

La mise en place d'une grille Coanda est une mesure d'évitement importante : avec un entrefer de 2mm, son inclinaison et une absorption par capillarité, le risque de pénétration piscicole est nul. De plus, ces grilles ne doivent pas être saturées d'eau : les pressions s'égalisant, l'absorption par capillarité ne peut fonctionner. Il y a là incompatibilité physique. Enfin, si les truites du Cambasque ne peuvent dévaler une grille haute de 1,5m, il conviendrait de s'interroger sur leur comportement dans la gorge aval où, sur des dizaines de mètres elles doivent dévaler sur des blocs granitiques. Favoriser la dévalaison étant le marqueur principal du cadrage environnemental reçu par le projet, le pétitionnaire maintient le fonctionnement prévu, qui est une mesure d'évitement, malgré son surcoût.

Par ailleurs, des études réalisées par la SHEMA pour l'aménagement de leurs centrales pyrénéennes rapportent la mise en place de grilles COANDA avec une alimentation de la goulotte de défeuillage et de dévalaison par un débit réservé fixé à 62 l/s (pour une grille de largeur de 3,0 m, d'une hauteur de 1,5 m et d'entrefer de 1 mm). Proportionnellement, le projet présenté porte sur des débits réservés supérieurs.

A ce jour, ce type de grille représente la meilleure solution pour les prises d'eau en cours d'eau de montagne de Haute chute.

*La MRAe recommande que soient prévues des mesures compensatoires adaptées aux impacts résiduels effectifs du projet. Concernant la zone humide impactée par les travaux de la conduite forcée, la MRAe recommande de justifier la compatibilité du projet avec le SDAGE Adour Garonne, en particulier sa disposition D40 relative à la préservation des zones humides. Dans le cadre du suivi environnemental, elle recommande particulièrement de veiller à l'efficacité de la mesure de réduction R2-2-r*2 comprenant la pose de bouchons d'argile dans la tranchée, afin d'assurer la pérennité de son alimentation suite aux travaux. Si la reconstitution de la zone humide n'est pas avérée, d'autres alternatives de restauration devront être proposées. La MRAe recommande d'éviter les redondances de mesures (E1-1-c*5 et R1-1-a, E1-1-c*4 et R2-1-c*2, E3-1-a*1 et R2-1-d*1), et de rassembler dans une même mesure, celles qui se recoupent (E1-1-a et E1-1-c*4, E1-1-c*2 et E1-1-c*4), afin de gagner en clarté.*

Mesures compensatoires

Les impacts résiduels sont évoqués p293 à 300 de l'étude d'impact. Bien qu'après mise en place des mesures, les impacts résiduels, en phase d'exploitation, sur tous les paramètres seront faibles, voire inexistant, le maître d'ouvrage a choisi de mettre en place une mesure compensatoire améliorant le milieu aquatique immédiatement à l'aval de la restitution, mesure validée en réunion de concertation en sous-préfecture le 24 septembre 2019 : l'alimentation du bras secondaire du Gave de Cauterets en aval de la restitution.

Cette mesure, par rapport à la situation actuelle, amène deux avantages :

- augmentation de la quantité d'eau entrant dans le bras, ceci augmente les capacités d'accueil pour la faune aquatique et semi-aquatique et diminue le colmatage du fond ;
- pérennité de l'alimentation en eau par entretien régulier de l'entrée du bras.

Justifier la compatibilité du projet avec le SDAGE Adour Garonne, en particulier sa disposition D40 relative à la préservation des zones humides

Ce sujet est traité dans l'étude d'impact au § 5.10.4. Impacts sur les zones humides et les habitats d'intérêt communautaires :

« Surface de zone humide impactée : 467 m²

Ces Mégaphorbiaies pyrénéo-ibériques sont présentes uniquement dans la partie amont du projet (Berges au niveau de la prise d'eau et juste en aval, et pieds de talus des chemins et pistes de ce secteur).

Une partie de ces 467 m², environ 100 m², sera détruite par la mise en place de la prise d'eau. Une autre partie sera temporairement détruite pour la mise en place de la canalisation dans la berge avant qu'elle regagne la piste.

Les parties situées ensuite sur les talus et en pied de talus de la piste seront mises en défens afin de ne pas être dégradées pendant les travaux.

La destruction de zone humide pourrait être soumise à déclaration ou autorisation au titre de l'article R214-1 du code de l'environnement. Dans le cas présent le seuil des 0,1 ha n'étant pas atteint, le projet n'est pas soumis à déclaration IOTA au titre de la rubrique 3.3.1.0.

Par ailleurs, les mégaphorbiaies en question ici ne correspondent pas à des "zones humides d'intérêt environnemental particulier" dont il est fait mention dans le SDAGE Adour Garonne.

Elles sont ici liées à des suintements de pentes, sont des milieux très dynamiques, surtout sur des berges humides de cours d'eau torrentiels où les berges sont régulièrement remaniées naturellement. Les mégaphorbiaies y disparaissent et se recréent sur place ou plus loin, au gré des événements climatiques, et des éboulements de berges.

De plus, bien que localisées à des situations géomorphologiques particulières, ces formations sont relativement communes dans les vallées pyrénéennes. Dans le cas présent, la surface impactée (100 m²) n'est nullement significative au regard des surfaces de ces formations présentes dans la haute vallée du Gave de Cauterets. »

De plus, il est discutable que la disposition D40 du SDAGE s'applique au projet :

- En premier lieu, la D40 explicite clairement que "par référence à l'article L. 211-1-1 du code de l'environnement, **aucun financement public n'est accordé pour des opérations qui entraîneraient, directement ou indirectement, une atteinte ou une destruction des zones humides, notamment le drainage.**", on en déduit que la D40 ne s'applique pas aux projets qui ne bénéficient pas de financement public.

- Il convient par ailleurs de noter que dans le préambule des orientations du SDAGE¹, dans l'objectif général "Garantir la non détérioration de l'état des eaux" est rappelé : "**Pour tous les IOTA, susceptibles d'avoir une incidence significative sur l'intégrité et le fonctionnement des zones humides ou des milieux aquatiques, le porteur de projet doit faire la démonstration de l'impossibilité de solution alternative plus favorable à l'environnement à un coût raisonnable et intégrant les paramètres marchands et non marchands, dont les bénéfices environnementaux.**"

Un encart fait ensuite clairement le lien avec la nomenclature de l'art. R.214-1 du code de l'environnement et la procédure de déclaration/autorisation.

- A cet effet, comme précisé au chapitre 2.2 Portée juridique du SDAGE², "**Le SDAGE est le document de planification de la gestion des ressources en eau et des milieux aquatiques du bassin. Il s'applique à travers des documents, décisions et programmes définis dans la réglementation. Il ne crée pas de droit ni de procédure,**"

Ce chapeau s'applique aussi aux orientations et dispositions du SDAGE, notamment l'Orientation D « Préserver et restaurer les fonctionnalités des milieux aquatiques », qui englobe la D40.

¹ cf. SDAGE 2016-2021, Chap 6, page 82 et 83

² cf. SDAGE 2016-2021, Chap 2, page 8

- Enfin, dans le règlement du SAGE Adour amont, schéma compatible avec le SDAGE Adour-Garonne, **la relation avec les IOTA est encore plus précise** pour l'application de la règle 2 "Préserver et restaurer les zones humides" qui reprend l'orientation C46 du SDAGE 2010-2015, en vigueur lors de l'approbation du SAGE. Dans la "**Portée juridique du règlement**" du **SAGE**, est en effet précisé « *Deux aspects sont particulièrement importants à noter :*
 - *le règlement est opposable avec un rapport de conformité, après son approbation par arrêté préfectoral et sa publication, aux personnes publiques et privées. Cette opposabilité concerne l'exécution de toute installation, ouvrage, travaux ou activité relevant de la nomenclature loi sur l'eau (Code de l'environnement, art. L. 214-2) et toute autre personne visée aux rubriques de l'article R. 212-47 du Code de l'environnement ;*
 - ...

Efficacité de la mesure de réduction R2-2-r*2 - Bouchon d'argile

L'efficacité de cette mesure sera évaluée comme prévue dans le suivi post-travaux des mesures. Cela a été précisé dans la mesure A6-1. b. Et des mesures correctives seront mises en œuvre si le bouchon d'argile ne remplissait pas son rôle quant à la reprise de la mégaphorbiaie sur le passage de la canalisation à travers la berge juste en sortie de prise d'eau.

Organisation des mesures

Il a été décidé de ne pas restructurer les mesures mais seulement de rajouter les nouvelles, principalement celles négociées dans le cadre du dossier « site classé », ceci afin de faciliter au lecteur la comparaison avec le tableau figurant dans l'étude d'impact.

Le nouveau tableau des mesures figure en annexe du présent mémoire, pages 31 à 38.

2.2. HYDROLOGIE ET FONCTIONNEMENT SEDIMENTAIRE

La MRAe recommande d'actualiser et de compléter les données hydrométriques du gave du Cambasque par une chronique des débits journaliers, sur une période récente. Elle recommande également d'explicitier les méthodes de détermination des débits caractéristiques notamment les débits d'étiage et d'établir la courbe des débits classés, afin d'obtenir une bonne représentativité des débits.

Actualiser et de compléter les données hydrométriques

La MRAe s'interroge sur la fiabilité de la station limnigraphique de la troisième circonscription électrique qui sert de base au projet. La période assez courte et l'ancienneté relative des observations sont regrettables en effet (1952 à 1964). Toutefois, le pétitionnaire souligne, que ces stations sont les meilleures références possibles, que leur abandon vient du ministère lui-même, considérant les connaissances acquises du massif suffisantes, qu'elles servent toujours de bases aux hydrauliciens, en particulier pour quantifier et caractériser les petits bassins. Il n'y en a d'ailleurs pas d'autres aussi détaillées, fiables et étendues. Installer une nouvelle station aurait été un complément certes positif, mais inutile car inefficace dans les *délais imposés par l'appel d'offre* auquel a répondu ce projet. La série aurait dû s'étendre sur au moins cinq ans pour pouvoir en tirer des conclusions. Il en est de même pour les variations journalières et intra-journalières, donc des courbes correspondantes des débits classés.

Par ailleurs, pour les ruisseaux d'altitude comme le Cambasque, qui plus est de bassin granitique et à très fortes pentes (coefficient de ruissellement maximum), un simple orage d'été de 2 heures peut multiplier le débit par 5, et son effet résorbé dans les huit heures suivantes. Ainsi, le débit moyen journalier sera plus du double de celui effectivement transité la majeure partie de la journée. Ce phénomène est au contraire très atténué avec la baisse de l'altitude moyenne du bassin versant et à l'inverse de sa superficie et sa couverture végétale. Le caractère atypique des pentes de ces ruisseaux de haute montagne, dont fait partie le Cambasque a amené le CEMAGREF (devenu IRSTEA) à considérer que les méthodes habituelles de détermination des débits réservés (EVHA et ESTIMHAB) ne pouvaient s'appliquer et le caractère approximatif d'une courbe des débits classés journaliers extrapolés des moyennes mensuelles qui, s'ils reflètent les grandes masses d'écoulement et caractéristiques générales du ruisseau, sont loin d'en refléter la variabilité intra-journalière. Il est nettement plus précis de corréliser des stations proches dont les relevés journaliers sont connus, ce qui a été fait ici (Pont de Fanlou sur le gave de Cauterets, et sur ses affluents Marcadau, Gaube, Pont d'Espagne, Estom).

Toutefois, la connaissance des ratios habituels du massif, la longue liste des stations comparables adjacentes (citées dans le dossier), les résultats d'exploitation des équipements hydroélectriques voisins permettent de comparer et vérifier les résultats. Enfin, le risque associé à une sur-estimation des débits est du seul ressort du pétitionnaire, supporté intégralement par lui, il joue en faveur d'une valeur plus élevée du débit réservé. **Le projet est donc bâti sur toutes, et les seules, données quantitatives disponibles à la date du projet. En ce qui concerne l'avenir, conformément à la demande de la MRAe, le pétitionnaire s'engage à fournir les données de débits qu'il obtiendra par son exploitation.**

cf. courbes de débits classés ci-dessous (p13) et partie 4.1 du dossier

Pour éclairer la particularité de ces petits bassins de montagne homogènes (au sens hydraulique du terme), où comparaison n'est pas raison avec les ratios maniés par les études référentes habituelles, le cas concret de la semaine du 9 au 17 octobre 2019 sur le cours d'eau de l'Ouzom est ici reporté.

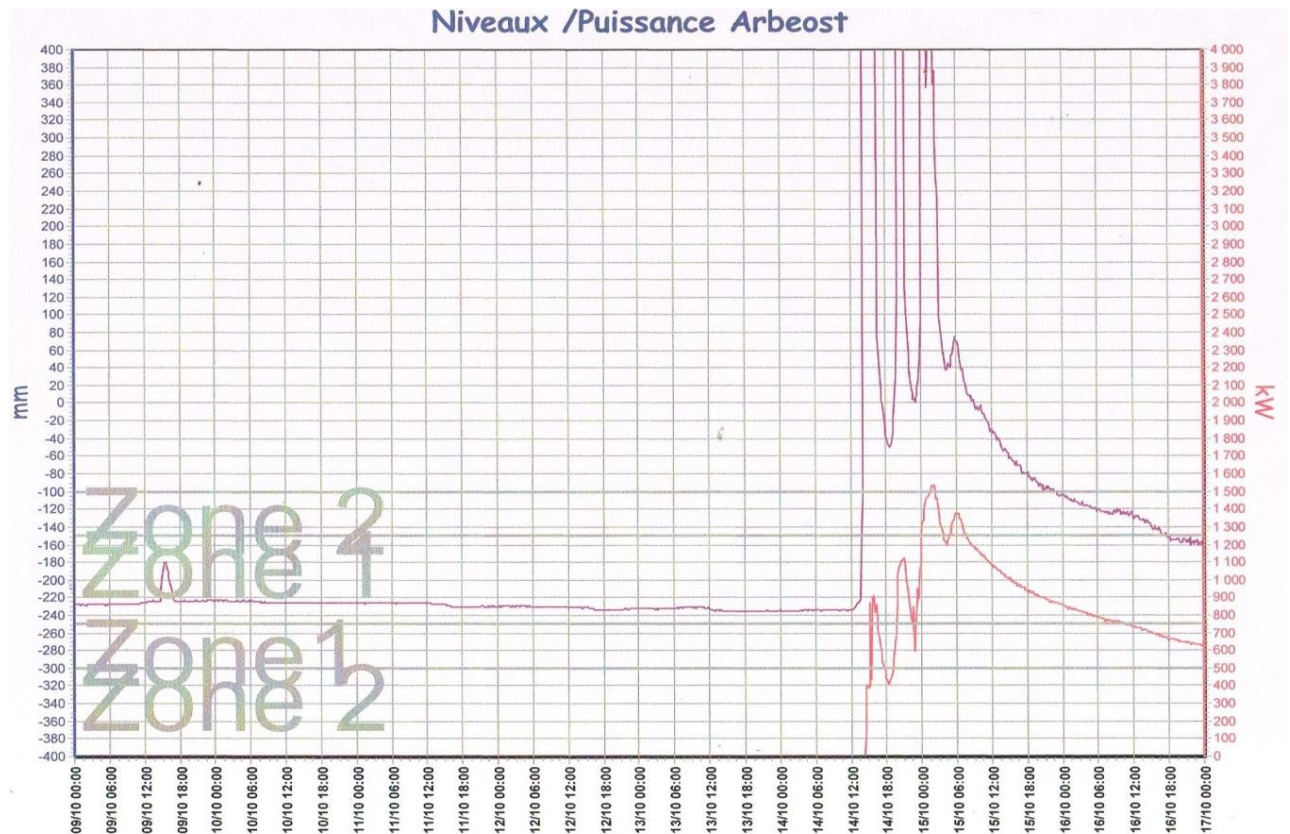
Le pétitionnaire y gère depuis 25 ans la prise d'eau du Litor, située sur ce cours d'eau, équipée d'une sonde capacitive qui commande la centrale hydroélectrique d'Arbéost.

La comparaison avec celle future du Cambasque est pertinente, car, outre la proximité géographique des bassins considérés (tous deux affluents rive gauche du Gave de Pau), les critères physiques résumés dans le tableau ci-dessous sont semblables :

SIMILITUDE CAMBASQUE/OUZOM

Bassin versant	Superficie Km ²	Altitude maximum	Altitude prise	Amplitude altitudinale	Débits l/s Moyens/an
OUZOM	19	2 610 m	1 110 m	1 500 m	1020
CAMBASQUE	19	2 850 m	1 250 m	1 600 m	918

Cette semaine du 9 au 17 octobre, l'enregistrement de la sonde de la prise d'eau du Litor a donné les graphes suivants, concernant les courbes hauteurs/débits et la puissance de la centrale : (en brun : courbe hauteurs/débits, ordonnées de gauche ; en rouge : puissance centrale, ordonnées de droite)



Sur le graphe, il apparaît que le 9 octobre, l'Ouzom est en étiage prononcé établi depuis deux mois : la centrale est à l'arrêt, le débit naturel (80l/s) inférieur de moitié au QMNA5. Cette situation perdure jusqu'au 14 octobre, 12 heures, avec l'arrivée d'une perturbation orageuse de secteur sud-sud/ouest marquée (60mm de précipitation pluvieuse sur un sol sec et chaud qui a entraîné un ruissellement instantané sur ces fortes pentes). La courbe Débit/temps est pratiquement verticale. A 13 heures, la centrale démarre, à 17 heures ouverture de la vanne ruisseau, niveau crue. La montée des eaux est si rapide que la temporisation des automatismes centrale fait que la production ne peut suivre, le débit dépassant 3 000 l/s dès 17h, soit environ quarante fois le débit existant 5 heures avant. Ceci entraîne l'ouverture de la vanne de chasse. Ce fonctionnement se répète trois fois en 10 heures. Cet épisode a duré jusqu'au 15 octobre, 4 heures, avec un sursaut à 6h. Ensuite, il y a eu retour au temps sec et une décrue régulière pour atteindre un débit de 400l/s environ à 17heures.

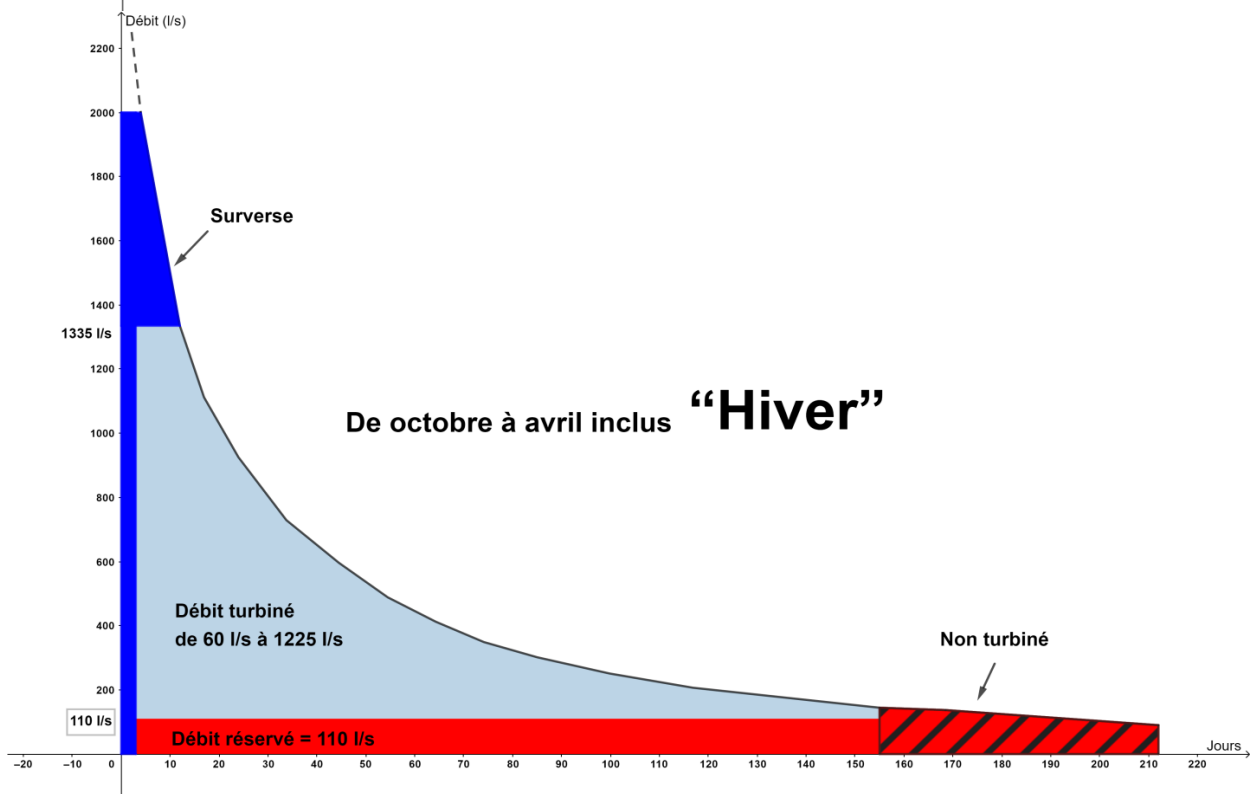
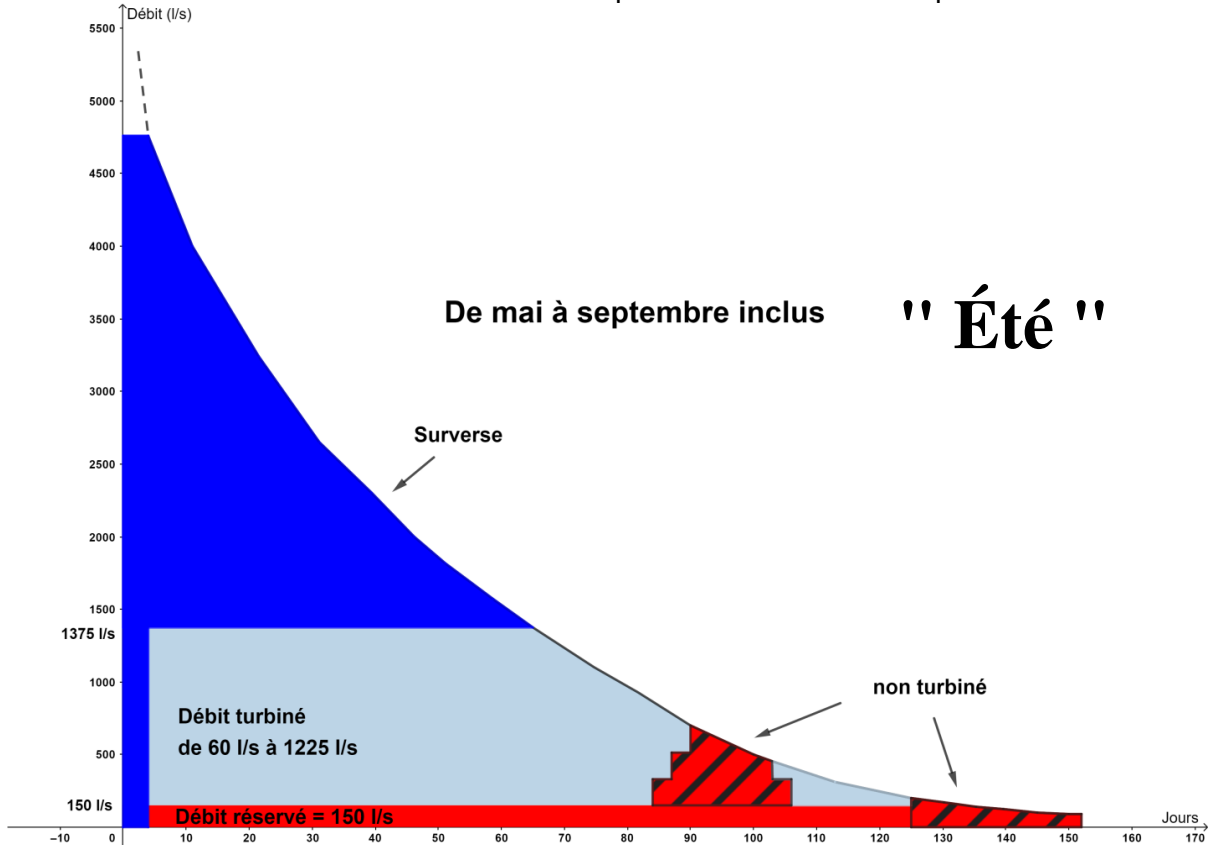
Ainsi, les observations sur huit jours ont été :

- 5 jours et demi, soit 132 heures à 80 l/s en moyenne.
- 11 heures à plus de 3 000 l/s.
- 49 heures de débits intermédiaires.

→ Au final, le débit moyen écoulé est d'environ 800l/s, soit très proche du débit moyen annuel, or pendant 70% du temps il aura été en fait inférieur au 1/10^e de celui-ci. Cet exemple permet d'illustrer les spécificités de ce type de bassin versant, qui ne peut se voir appliquer des moyennes standards.

Établir la courbe des débits classés

Les courbes de débits classés ont été établies pour les deux valeurs et périodes de débit réservé.



Source : Source : PYREN

Chaque courbe porte sur une période de l'année avec une valeur de débit réservé différente. Les débits classés le sont donc pour chacune des périodes : 152 jours pour le débit réservé à 150 l/s, le reste de l'année pour le débit réservé à 110 l/s.

La première période non turbinée en été correspond à la mesure paysagère R3-2-a*1. Les deux autres périodes non turbinées correspondent à l'arrêt pour débit insuffisant. Les surfaces en bleu foncé correspondent aux surverses.

La MRAe recommande de mieux caractériser le transport solide du gave du Cambasque et de préciser les apports de la vanne levante intégrée au seuil de la prise d'eau.

La MRAe recommande que les différents scénarios de débits réservés soient comparés au regard du fonctionnement du cours d'eau en débit d'étiage hivernal et estival, et du débit mensuel d'étiage sévère, pris sur un temps de retour 5 ans (QMNA5).

Elle recommande que l'analyse du scénario sur les 36 vasques (hauteur d'eau maximale et hauteur d'eau sur déversoir) soit réalisée de manière exhaustive, afin de préciser les impacts de la baisse de la lame d'eau sur l'habitat de la Truite fario et ses possibilités de dévalaison. Les impacts sur les possibilités de déplacements de la truite entre la confluence avec le gave de Cauterets et le pied de la zone des chutes du gave du Cambasque, ainsi qu'au début de la zone de plateau, doivent aussi être documentés.

Compte tenu des sensibilités en matière de biodiversité du cours d'eau et du linéaire du tronçon court-circuité, et considérant que le débit réservé proposé est significativement inférieur au débit d'étiage en année quinquennale sèche estimé (QMNA5), la MRAe estime que ce débit réservé mérite d'être rehaussé.

8 Le QMNA5 n'apparaît pas dans l'étude d'impact mais dans une autre pièce de l'autorisation environnementale « Installation utilisant l'énergie hydraulique – données techniques ».

Caractériser le transport solide du gave du Cambasque

Ont été extraits de l'étude menée par le service RTM (Restauration des terrains de montagne) (se rapportant au transport solide dans le cône de déjection du Cambasque (c'est à dire à l'aval de la prise d'eau), les éléments permettant de qualifier et quantifier le transport solide au droit de la prise d'eau selon trois scénarii de crue critique :

Scénario	Débit de pointe (m³/s)	Temps de concentration (h)	Volumes liquides écoulés (m³)
1	40.0	1.0	184 000
2	40.0	2.0	368 000
3	20.0	4.0	368 000

Source : Ch Peteuil, ONF - Service RTM des Hautes-Pyrénées et des Pyrénées-Atlantiques ; Décembre 2006)

« Sur le torrent de Cambasque, la genèse des écoulements de crue peut être influencée par une série de facteurs :

- Les versants présentent de fortes pentes, sont peu boisés et montrent assez régulièrement l'affleurement du substratum rocheux. Tous ces facteurs sont de nature à aggraver la production de ruissellements de surface.

- La présence du lac d'Ilhéou, qui couvre une superficie de 11,23 ha et rentre de ce fait parmi les 10 plus grandes retenues naturelles des Pyrénées françaises, atténue sensiblement l'intensité des écoulements à son exutoire.

- La structure générale du réseau hydrographique et la forme du bassin, très allongée, atténuent les risques de concentration simultanée des forts écoulements issus des différents sous-affluents.

Du point de vue des apports solides, très peu de zones en érosion active sont à noter sur le bassin. Certains terrains présentent toutefois une sensibilité aux phénomènes d'érosion, notamment le versant situé à l'ubac, sous le Pic de Péguère, qui est constitué de formations meubles drainantes (éboulis et moraines argilo-sableuses) et plus ou moins cohérentes. En cas d'averse torrentielle, la contribution de ces terrains concernerait donc moins la composante liquide que la composante solide de l'écoulement de crue. Des phénomènes d'érosion intense pourraient ainsi se développer dans ce secteur.

{...}

Le graphe suivant présente le profil en long général du torrent du Cambasque. Il montre notamment l'existence de plusieurs discontinuités d'origine géologique : d'une part, deux cascades – désigné sous le nom d'Illhéou et de Sahuc - qui témoignent de l'affleurement ponctuel du substratum rocheux ; d'autre part, une gorge à très forte pente, en partie basse du bassin d'alimentation, nécessitée par le raccordement du torrent à la vallée principale du Gave de Cauterets.

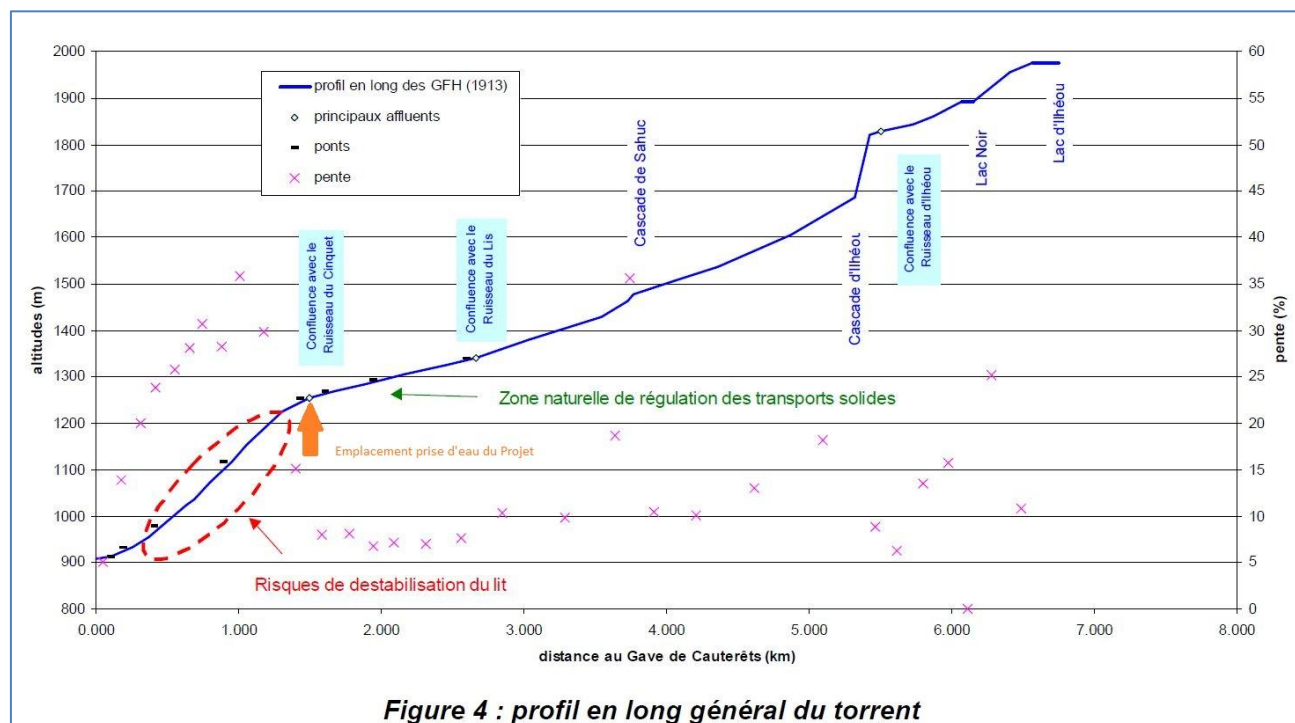


Figure 4 : profil en long général du torrent

Source : Source : Ch Peteuil, ONF - Service RTM des Hautes-Pyrénées et des Pyrénées-Atlantiques ; Décembre 2006. Ajout PYRE N (Emplacement Prise d'eau du Projet)

« Dans la gorge, la morphologie du lit est celle d'un lit pavé, traduisant un excès de capacité de transport par rapport aux apports solides effectifs (cf. photo 2 page suivante).

En amont immédiat de la gorge, on note en effet la présence d'une ancienne zone de divagation qui assurerait, en cas de forte crue, une régulation des apports solides issus du bassin d'alimentation (Cf. photo 1). La pente d'écoulement du torrent s'établit dans ce secteur autour de 7,5%.

Dans l'ensemble, le pavage de la gorge de raccordement témoigne d'une certaine résistance, le diamètre des plus gros blocs structurant le lit dépassant fréquemment les 2 mètres.

Ponctuellement, ces blocs sont beaucoup moins grossiers – au mieux de l'ordre de 50 cm à 1 m – ce qui laisse craindre d'importants risques de destabilisation et d'enfoncement du lit (Cf. photo 3).

La mobilisation par dépavage du lit, d'une quantité significative de sédiments n'est donc pas un risque à négliger à ce niveau. Compte tenu de la pente d'écoulement et de la nature géologique des terrains affouillables, il n'est pas non plus à exclure que le transport de ces matériaux intervienne sous forme de coulées de laves torrentielles.

Ce constat est d'autant plus inquiétant qu'en dehors d'une modeste rupture de pente associée à un élargissement ponctuel du fond de vallée située vers 1025 m (Cf. photo 4), il n'existe pas véritablement de zone de régulation significative avant l'exutoire de la gorge.

Cette situation conduit le cône de déjection, et au-delà l'agglomération de Cauterets, à être en prise directe avec ces phénomènes d'érosion potentiellement intenses. »

« Granulométrie des matériaux charriés

L'absence d'événement notable récent rend difficile la caractérisation granulométrique des matériaux charriés par le torrent en période de crue. L'observation de la morphologie du torrent, notamment au droit de la zone de régulation amont, (n.b. du pétitionnaire : c'est à dire à l'amont immédiat du projet de prise d'eau) nous amène néanmoins à retenir les diamètres caractéristiques suivants :


$$dm = 20 \text{ cm}$$

$$d90/d30 = 10$$

Avec :

d90= diamètre pour lequel 90% des grains sont plus petits

d30= diamètre pour lequel 30% des grains sont plus petits

	<p><u>Photo 1 :</u></p> <p>Vallée du Cambasque vers 1250 m d'altitude, au droit d'une zone potentielle de régulation des apports solides issus de son bassin d'alimentation.</p> <p>Dans ce secteur, le torrent s'écoule selon une pente de 7,5%.</p> <p>On note la présence de plusieurs bras de divagation et de terrasses alluviales anciennes, témoignant de l'impact de crues passées ayant affecté le bassin lors de la période historique.</p>
	<p><u>Photo 2 :</u></p> <p>Gorge de raccordement du torrent du Cambasque vers 1080 m d'altitude.</p> <p>La pente du torrent s'établit ici autour de 20 à 35%.</p> <p>La morphologie du lit montre un pavage constitué de blocs roulés très grossiers, dont le diamètre dépasse souvent 1 à 2 m.</p>
	<p><u>Photo 3 :</u></p> <p>Lit du torrent du Cambasque vers 1050 m d'altitude, au niveau de sa gorge de raccordement avec la vallée du Gave de Cauterets.</p> <p>La pente du torrent s'établit ici autour de 20 à 35%.</p> <p>Le pavage est encore constitué de blocs roulés, mais ils présentent une allure nettement moins grossière en comparaison de la photo précédente. Les diamètres mesurés dépassent en effet rarement une valeur de 0,5 à 1 m.</p>
	<p><u>Photo 4 :</u></p> <p>Elargissement ponctuel de la gorge de raccordement du Cambasque vers 1025 m d'altitude.</p> <p>Cette évolution morphologique est à l'origine d'une diminution localisée de la pente, ayant provoqué lors de crues anciennes, un dépôt massif de sédiments grossiers et la séparation du lit du torrent en deux bras indépendants.</p> <p>La pente du torrent s'établit dans ce secteur entre 18 et 20%.</p>

Préciser les apports de la vanne levante

Le fonctionnement de la vanne levante est présenté au § 2.3.1 de l'étude d'impact.

Les apports de la vanne levante intégrée au seuil par rapport au transport des sédiments sont de trois ordres :

- rares flottants, récupérés par l'exploitant à la pré-grille et évacués par lui ;
- en régime normal de hautes eaux, sables d'arène granitique, évacués par le fond dès l'ouverture de la vanne de quelques mm ;
- blocs plus importants, jusqu'à multi décimétriques, qui sont mobilisés à « saute-mouton » lors de chaque crue importante. Sans vanne, ils finiraient par combler le remous du seuil. La vanne étant dimensionnée pour évacuer toute crue (pouvoir d'évacuation plus important que le lit du ruisseau lui-même), et se levant en période de crue, aucune accumulation amont ne se maintiendra.

Ainsi, l'ouvrage est entièrement transparent par rapport au transit sédimentaire comme dit dans le dossier.

Une question nous a été posée quant à l'alternative de l'installation d'un clapet abaissant plutôt qu'une vanne levante : dans ces régimes fortement torrentiels, cette option n'est pas retenue car la fonction transit sédimentaire n'est plus assurée. En effet, les gros blocs mobilisés atterrissant en queue de remous, il faut un effet de chasse significatif pour les remobiliser vers l'aval, d'autant qu'entre temps les dépôts d'arène granitique ont tendance à colmater et « coaguler » l'ensemble. L'abaissement du clapet étant progressif en fonction de la hauteur d'eau (donc du débit), l'on se retrouve avec des mises en vitesse de surface et un « plancher » sédimentaire non mobilisé, le clapet n'étant entièrement effacé qu'à l'occasion de très rares crues (d'occurrences pluriannuelles). A l'inverse, la vanne levante mobilise le plancher dès le début d'ouverture. La dévalaison piscicole s'effectuant en surface, celle-ci reste opératoire. Enfin, le système clapet est plus délicat à l'entretien (vérin en contact avec l'eau, source possible de pollution, chute du débit déversant en pied de seuil entraînant un phénomène de rappel affouillant). Dans la solution préconisée par le projet, aucun élément mécanique n'est en contact avec l'eau. Dans la configuration du site, la vanne levante est donc l'option la meilleure au point de vue environnemental.

Comparer les différents scénarios de débits réservés au regard du fonctionnement du cours d'eau

Les débits mensuels moyens ont permis de déterminer un module de 0,869 m³/s sur le Gave de Cambasque, soit un débit de 0,918 m³/s après la confluence avec le ruisseau de Cinquet (Tableau I).

Tableau I. Données brutes des débits mensuels enregistrés sur le Gave de Cambasque de 1952 à 1964 et calcul du débit aval après l'apport du ruisseau du Cinquet.

Années	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne
1952	0,403	0,695	1,130	2,770	2,600	3,010	1,140	0,461	0,231	0,406	1,320	0,351	1,210
1954	0,358	0,415	0,505	0,865	2,010	2,190	0,955	0,426	0,390	0,415	0,486	0,935	0,829
1955	1,020	0,540	0,565	0,795	0,855	0,795	0,399	0,346	0,449	0,201	0,364	0,438	0,564
1956	0,590	0,453	0,441	0,775	2,200	2,480	0,755	0,397	0,388	0,352	0,352	0,351	0,795
1957	0,311	0,423	0,615	0,850	1,380	2,780	0,870	0,411	0,368	0,368	0,389	0,364	0,761
1958	0,330	0,580	1,220	1,160	4,520	2,500	0,975	0,371	0,299	0,313	0,795	0,675	1,145
1959	0,630	0,510	0,850	1,210	1,580	1,890	1,020	0,565	0,670	0,560	0,675	0,645	0,900
1960	0,700	0,755	0,865	0,955	1,640	1,620	0,725	0,540	0,505	1,150	1,010	0,570	0,920
1962	0,715	0,376	0,690	1,240	1,890	1,950	0,940	0,435	0,292	0,265	0,340	0,458	0,799
1963	0,525	0,317	0,484	1,220	1,940	2,690	1,550	1,180	0,820	0,525	0,740	0,530	1,043
1964	0,326	0,350	0,575	1,150	2,270	0,845	0,366	0,288	0,241	0,505	0,520	0,393	0,652
Moyenne rectifiée de l'année 1961	0,537	0,492	0,722	1,179	2,080								0,869
+ Cinquet	0,567	0,520	0,762	1,244	2,196	2,136	0,919	0,517	0,436	0,484	0,674	0,558	0,918

Source : PYREN

Afin de respecter le code de l'environnement, le débit réservé ne peut être inférieur au dixième du module, soit à 0,092 m³/s, soit 92 l/s. Cependant, il convient de déterminer la valeur de ce débit en optimisant la production d'énergie et la gestion du milieu.

Pour ce faire, plusieurs scénarios sont étudiés :

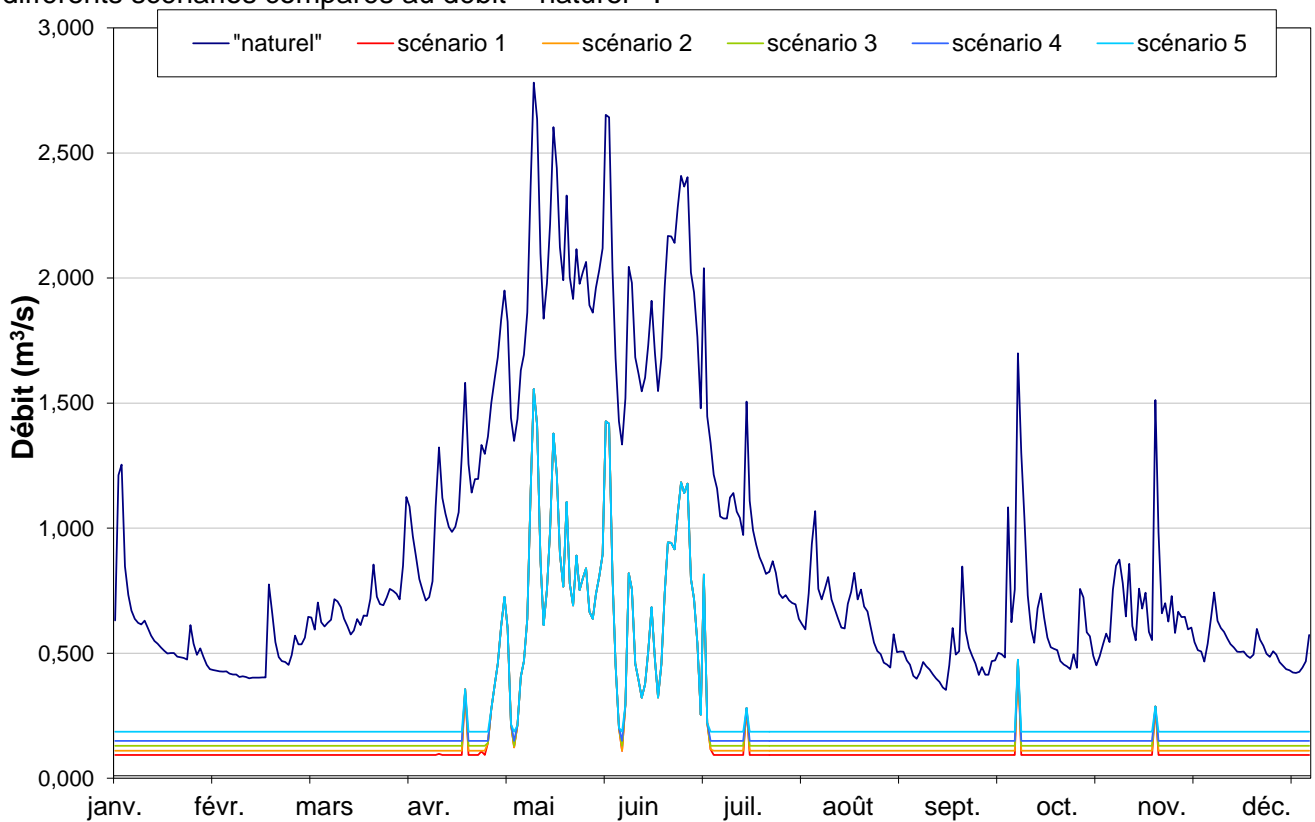
- scénario 1 : mise en place du débit réservé de 0,092 m³/s (10% du module) ;
- scénario 2 : proposition d'un débit réservé de 0,110 m³/s ;
- scénario 3 : proposition d'un débit réservé de 0,130 m³/s ;
- scénario 4 : proposition d'un débit réservé de 0,150 m³/s ;
- scénario 5 : proposition d'un débit réservé de 0,186 m³/s (20 % du module).

NB : un cinquième scénario est rajouté par rapport à l'étude d'impact (§ 4.9.3 b) évaluation du débit réservé p 180 à 183)

Seules des données de débits moyens mensuels sont disponibles (pas des données journalières sur le Gave de Cambasque). Aussi, ont été recoupées ces moyennes mensuelles avec les données journalières enregistrées sur le Gave de Cauterets au niveau du pont de Fanlou pour les années communes, c'est-à-dire 1960, 1962, 1963 et 1964, cela explique la baisse du débit naturel dans le tronçon court-circuité de la simulation (0,902) au lieu de 0,918 calculé ci-dessus.

Les chroniques des débits annuels permettent de mettre en évidence le débit dans le tronçon court-circuité en fonction des différents scénarios (Figure 1). Cela permet d'observer les débits transitant dans le tronçon en période de hautes eaux durant les mois de mai et juin. Quel que soit le débit réservé, le débit du tronçon court-circuité en période de hautes eaux sera identique. Cette répartition annuelle des débits selon les scénarii met en évidence une distribution identique selon les débits réservés proposés.

Figure 1. Chroniques des débits mensuels (calculés sur la période 1960 et 1962-1964) pour les différents scénarios comparés au débit « naturel ».



Sachant que la mise en place du protocole d'estimation du débit minimum biologique n'est pas possible sur ce tronçon du Gave de Cambasque, une étude de l'impact des différents scénarios sur les caractéristiques des vasques est présentée en complément des études déjà menées de caractérisation

du cours d'eau. A l'aide des caractéristiques du profil en long du tronçon court-circuité, ont été reconstitués la hauteur d'eau dans chacune des vasques ainsi que le volume de celles-ci. Les vasques, ou fosses, sont les principaux habitats des truites adultes (*Salmo trutta fario*) présentes dans le milieu (observation réalisée lors des inventaires piscicoles).

Trente-six vasques sont répertoriées sur le tronçon court-circuité par le profil en long réalisé en octobre 2017 à un débit de 0,224 m³/s. Les vasques présentent un volume moyen de 6,57 m³ pour une hauteur d'eau maximale de 0,64 m et une hauteur d'eau moyenne sur déversoir (lame d'eau) de 0,27 m (Tableau II).

Pour le scénario 1 avec un débit réservé fixé réglementairement au dixième du module (0,092 m³/s), la perte de hauteur d'eau maximale par vasque et la perte de volume sont supérieures à 20 %. Les scénarios 3 et 4 permettent de diminuer ces pertes et de passer sous les 20% permettant un maintien satisfaisant des habitats en place dans les vasques, notamment pour la truite (*Salmo trutta fario*).

Le scénario 5 se rapproche des conditions naturelles avec une perte d'hauteur d'eau moyenne sur le déversoir inférieure à 20% et des pertes d'hauteur maximale par vasque et de volume moyen inférieures à 10 %.

Il est à noter que la hauteur d'eau moyenne sur le déversoir, ce qui correspond au tirant d'eau pour le déplacement de la truite (*Salmo trutta fario*), ne doit pas être inférieure à 0,05 m (Baudoin *et al.*, 2014).

Afin de diminuer les pertes d'habitat sur le tronçon court-circuité tout en maintenant une activité viable de production, le scénario 3 est retenu à cette étape permettant d'obtenir des pertes de volume d'eau et de hauteur d'eau par vasque inférieures à 20%.

Tableau II. Comparaison des différents scénarios avec le débit « naturel ».

Métriques	« naturel »	scénario 1	scénario 2	scénario 3	scénario 4	scénario 5
Débit réservé (m ³ /s)	-	0,092	0,110	0,130	0,150	0,186
Débit moyen turbiné (m ³ /s)	0	0,692	0,678	0,662	0,646	0,617
Débit moyen dans le TCC (m ³ /s)	0,902	0,210	0,224	0,240	0,256	0,285
Q70 (m ³ /s)	0,536	0,093	0,110	0,130	0,150	0,186
Q80 (m ³ /s)	0,490	0,093	0,110	0,130	0,150	0,186
Hauteur d'eau maximale moyenne (m)	0,64	0,49	0,51	0,53	0,56	0,60
Hauteur d'eau moyenne sur déversoir (m)	0,27	0,11	0,13	0,16	0,18	0,22
Volume moyen des vasques (m ³)	6,57	5,08	5,27	5,50	5,73	6,13

Afin de répondre aux exigences des services chargés du site classé de Cauterets et de ceux de la réglementation de l'eau, une proposition de modulation du débit réservé est apportée afin d'élever le niveau du tronçon court-circuité en période estivale (période touristique avec l'accès aux cascades facilité) et de le descendre en période hivernale lorsque le site est difficilement accessible pour le public. **Cette modulation serait faite pour un équivalent du scénario 3 avec un débit de 0,150 m³/s de mai à septembre et de 0,110 m³/s d'octobre à avril.** L'augmentation du débit réservé en période estivale permet un maintien plus important des hauteurs d'eau et des volumes d'eau par vasque nécessaires (Tableau III) pour les truites au moment où la température de l'eau est plus élevée.

Tableau III. Caractéristiques du scénario modulé retenu en comparaison du débit « naturel ».

Métriques	« naturel »	scénario modulé
Débit réservé moyen (m ³ /s)	-	0,127

Débit moyen turbiné (m ³ /s)	0	0,668
Débit moyen dans le TCC (m ³ /s)	0,902	0,234
Q70 (m ³ /s)	0,536	0,110
Q80 (m ³ /s)	0,490	0,110
Hauteur d'eau maximale moyenne (m)	0,64	0,53
Hauteur d'eau moyenne sur déversoir (m)	0,27	0,15
Volume moyen des vasques (m ³)	6,57	5,46

Reprendre l'analyse du scénario sur les 36 vasques sur l'habitat de la Truite fario et ses possibilités de dévalaison

La question à nouveau soulevée est la déconnection sur le tronçon dérivé entre les vasques et au niveau des berges. Un travail de dimensionnement de chacune des vasques et les calculs de perte de surface et de hauteur d'eau en fonction des différents scénarios de débit réservé reviennent à calculer la perte de surface utile. Cela donne effectivement les volumes des vasques mais surtout la lame d'eau sur le déversoir de chacune des vasques. C'est ce point qui est important pour la dévalaison.

La dévalaison restera présente entre les vasques, comme indiqué en p 181 à 183 de l'étude d'impact, et comme le montre les tableaux ci-dessous des différents calculs réalisés sur les vasques. Ces tableaux n'avaient pas été fournis dans l'étude d'impact (seuls les résultats avaient été intégrés à l'étude d'impact avec les pertes moyennes notamment. Le choix était lié au fait que ces tableaux sont assez lourds et pas nécessairement lisibles. Les retours de l'AFB demandaient plus de détails et notamment les baisses au niveau des déversoirs, ce que montrent ces tableaux).

Tableau IV. Caractérisation des 36 vasques sur le TCC du Gave de Cambasque.

Vasque	X cumulé sur Profil en Long Fin de Vasque	Longueur Vasque (m)	Largeur Vasque (m)	Z Fil d'eau	Z Fond de Vasque	Z Déversoir	Hauteur d'eau maximale dans vasque (m)	Hauteur de déversement (m) (Lame d'eau sur déversoir)	Surface vasque (m ²)	Volume vasque (m ³)	Vitesse d'écoulement aux vasques (m/s)
1	79,44	8,00	3,00	1255,38	1254,13	1255,13	1,25	0,25	24,00	15,00	0,299
2	107,38	5,60	3,60	1251,81	1251,32	1251,58	0,49	0,23	20,16	4,94	0,271
3	145,00	7,00	5,00	1247,40	1246,48	1247,09	0,92	0,31	35,00	16,10	0,145
4	244,88	6,60	4,00	1228,47	1228,01	1228,20	0,46	0,27	26,40	6,07	0,207
5	255,72	5,00	3,00	1227,68	1227,35	1227,53	0,33	0,15	15,00	2,48	0,498
6	310,70	8,40	3,00	1215,30	1214,02	1215,10	1,28	0,20	25,20	16,13	0,373
7	340,94	4,30	3,00	1203,41	1203,23	1203,16	0,18	0,25	12,90	1,16	0,299
8	394,84	5,00	3,00	1189,38	1189,04	1189,29	0,34	0,09	15,00	2,55	0,830
9	408,62	5,50	4,00	1185,22	1184,03	1184,96	1,19	0,26	22,00	13,09	0,215
10	420,84	4,00	4,00	1181,92	1181,34	1181,73	0,58	0,19	16,00	4,64	0,295
11	432,20	6,60	4,00	1179,29	1178,93	1179,04	0,36	0,25	26,40	4,75	0,224
12	451,34	5,50	3,00	1174,99	1174,42	1174,77	0,57	0,22	16,50	4,70	0,339
13	500,42	7,00	4,00	1161,08	1160,86	1161,06	0,22	0,02	28,00	3,08	2,800
14	507,90	4,80	5,00	1159,32	1158,43	1159,06	0,89	0,26	24,00	10,68	0,172
15	525,80	5,00	3,00	1154,93	1154,03	1154,69	0,90	0,24	15,00	6,75	0,311
16	536,46	5,20	4,00	1152,21	1151,66	1152,01	0,55	0,20	20,80	5,72	0,280
17	544,68	7,40	2,00	1150,84	1150,55	1150,64	0,29	0,20	14,80	2,15	0,560
18	573,40	6,60	4,00	1143,10	1142,42	1142,76	0,68	0,34	26,40	8,98	0,165
19	672,82	9,00	3,00	1115,46	1115,02	1115,12	0,44	0,34	27,00	5,94	0,220
20	686,06	3,60	3,00	1111,29	1110,17	1110,72	1,12	0,57	10,80	6,05	0,131
21	714,38	3,60	3,00	1104,17	1103,73	1103,88	0,44	0,29	10,80	2,38	0,257
22	763,96	6,00	4,00	1089,67	1088,87	1089,29	0,80	0,38	24,00	9,60	0,147
23	807,22	8,60	6,00	1077,10	1076,27	1076,87	0,83	0,23	51,60	21,41	0,162
24	832,56	3,60	3,00	1069,44	1069,08	1069,16	0,36	0,28	10,80	1,94	0,267
25	868,16	4,20	3,00	1057,75	1057,15	1057,47	0,60	0,28	12,60	3,78	0,267
26	875,26	3,00	4,00	1055,08	1054,31	1054,51	0,77	0,57	12,00	4,62	0,098
27	914,80	3,50	6,00	1044,53	1044,14	1044,30	0,39	0,23	21,00	4,09	0,162
28	945,86	5,20	3,00	1035,83	1034,89	1035,45	0,94	0,38	15,60	7,33	0,196
29	963,82	4,00	3,00	1026,22	1025,62	1025,76	0,60	0,46	12,00	3,60	0,162
30	980,48	3,60	3,00	1022,99	1022,65	1022,64	0,34	0,35	10,80	1,84	0,213
31	1009,36	4,10	3,00	1017,85	1017,24	1017,64	0,61	0,21	12,30	3,75	0,356
32	1037,92	4,00	4,00	1008,75	1008,10	1008,57	0,65	0,18	16,00	5,20	0,311
33	1043,46	4,40	4,00	1008,01	1007,29	1007,82	0,72	0,19	17,60	6,34	0,295
34	1073,26	5,40	4,00	1002,15	1001,38	1001,99	0,77	0,16	21,60	8,32	0,350
35	1082,90	6,00	4,00	1000,57	999,86	1000,14	0,71	0,43	24,00	8,52	0,130
36	1090,98	4,40	2,00	998,31	997,70	998,13	0,61	0,18	8,80	2,68	0,622
							He max moy.	Déversement moyen (m)	Surf. moy	Volume moy.	
							0,64	0,27	19,52	6,57	0,351

Tableau V. Caractérisation des 36 vasques en fonctions des différents scénarios pour le débit réservés.

Vasque	Scénario 1 - DR (0,093)			Scénario 2 - DR (0,110)			Scénario 3 - DR (0,130)			Scénario 4 - DR (0,150)			Scénario 5 - DR (0,186)		
	Hauteur de déversement au DR	Hauteur d'eau max. vasque (m)	Volume vasque (m ³)	Hauteur de déversement au DR	Hauteur d'eau max. vasque (m)	Volume vasque (m ³)	Hauteur de déversement au DR	Hauteur d'eau max. vasque (m)	Volume vasque (m ³)	Hauteur de déversement au DR	Hauteur d'eau max. vasque (m)	Volume vasque (m ³)	Hauteur de déversement au DR	Hauteur d'eau max. vasque (m)	Volume vasque (m ³)
1	0,10	1,10	13,25	0,12	1,12	13,47	0,15	1,15	13,74	0,17	1,17	14,01	0,21	1,21	14,49
2	0,10	0,36	3,58	0,11	0,37	3,76	0,13	0,39	3,97	0,15	0,41	4,17	0,19	0,45	4,55
3	0,13	0,74	12,93	0,15	0,76	13,34	0,18	0,79	13,82	0,21	0,82	14,31	0,26	0,87	15,18
4	0,11	0,30	3,99	0,13	0,32	4,26	0,16	0,35	4,58	0,18	0,37	4,89	0,22	0,41	5,47
5	0,06	0,24	1,82	0,07	0,25	1,90	0,09	0,27	2,00	0,10	0,28	2,10	0,12	0,30	2,28
6	0,08	1,16	14,65	0,10	1,18	14,85	0,12	1,20	15,07	0,13	1,21	15,30	0,17	1,25	15,70
7	0,10	0,03	0,22	0,12	0,05	0,34	0,15	0,08	0,48	0,17	0,10	0,63	0,21	0,14	0,89
8	0,04	0,29	2,16	0,04	0,29	2,21	0,05	0,30	2,27	0,06	0,31	2,33	0,07	0,32	2,44
9	0,11	1,04	11,42	0,13	1,06	11,63	0,15	1,08	11,89	0,17	1,10	12,15	0,22	1,15	12,60
10	0,08	0,47	3,75	0,09	0,48	3,87	0,11	0,50	4,00	0,13	0,52	4,14	0,16	0,55	4,38
11	0,10	0,21	2,82	0,12	0,23	3,07	0,15	0,26	3,37	0,17	0,28	3,66	0,21	0,32	4,19
12	0,09	0,44	3,64	0,11	0,46	3,78	0,13	0,48	3,94	0,15	0,50	4,10	0,18	0,53	4,39
13	0,01	0,21	2,92	0,01	0,21	2,94	0,01	0,21	2,96	0,01	0,21	2,99	0,02	0,22	3,03
14	0,11	0,74	8,86	0,13	0,76	9,09	0,15	0,78	9,37	0,17	0,80	9,65	0,22	0,85	10,15
15	0,10	0,76	5,70	0,12	0,78	5,83	0,14	0,80	5,99	0,16	0,82	6,16	0,20	0,86	6,44
16	0,08	0,43	4,50	0,10	0,45	4,66	0,12	0,47	4,85	0,13	0,48	5,03	0,17	0,52	5,37
17	0,08	0,17	1,28	0,10	0,19	1,39	0,12	0,21	1,52	0,13	0,22	1,66	0,17	0,26	1,89
18	0,14	0,48	6,35	0,17	0,51	6,69	0,20	0,54	7,09	0,23	0,57	7,49	0,28	0,62	8,21
19	0,14	0,24	3,26	0,17	0,27	3,60	0,20	0,30	4,01	0,23	0,33	4,42	0,28	0,38	5,16
20	0,24	0,79	4,25	0,28	0,83	4,48	0,33	0,88	4,76	0,38	0,93	5,03	0,47	1,02	5,53
21	0,12	0,27	1,46	0,14	0,29	1,58	0,17	0,32	1,72	0,19	0,34	1,86	0,24	0,39	2,11
22	0,16	0,58	6,93	0,19	0,61	7,28	0,22	0,64	7,69	0,25	0,67	8,09	0,32	0,74	8,83
23	0,10	0,70	17,94	0,11	0,71	18,39	0,13	0,73	18,92	0,15	0,75	19,45	0,19	0,79	20,41
24	0,12	0,20	1,06	0,14	0,22	1,17	0,16	0,24	1,31	0,19	0,27	1,44	0,23	0,31	1,69
25	0,12	0,44	2,75	0,14	0,46	2,88	0,16	0,48	3,04	0,19	0,51	3,20	0,23	0,55	3,48
26	0,24	0,44	2,62	0,28	0,48	2,88	0,33	0,53	3,18	0,38	0,58	3,49	0,47	0,67	4,04
27	0,10	0,26	2,68	0,11	0,27	2,87	0,13	0,29	3,08	0,15	0,31	3,30	0,19	0,35	3,69
28	0,16	0,72	5,60	0,19	0,75	5,82	0,22	0,78	6,09	0,25	0,81	6,35	0,32	0,88	6,83
29	0,19	0,33	1,99	0,23	0,37	2,20	0,27	0,41	2,44	0,31	0,45	2,69	0,38	0,52	3,13
30	0,15	0,14	0,73	0,17	0,16	0,87	0,20	0,19	1,04	0,23	0,22	1,21	0,29	0,28	1,52
31	0,09	0,49	3,00	0,10	0,50	3,09	0,12	0,52	3,21	0,14	0,54	3,32	0,17	0,57	3,53
32	0,07	0,54	4,36	0,09	0,56	4,47	0,10	0,57	4,60	0,12	0,59	4,72	0,15	0,62	4,96
33	0,08	0,61	5,36	0,09	0,62	5,49	0,11	0,64	5,63	0,13	0,66	5,78	0,16	0,69	6,05
34	0,07	0,68	7,31	0,08	0,69	7,44	0,09	0,70	7,59	0,11	0,72	7,75	0,13	0,74	8,02
35	0,18	0,46	5,50	0,21	0,49	5,89	0,25	0,53	6,35	0,29	0,57	6,82	0,36	0,64	7,64
36	0,07	0,50	2,22	0,09	0,52	2,28	0,10	0,53	2,35	0,12	0,55	2,42	0,15	0,58	2,55
	Déversement moyen (m)	Heau max moyenne (m)	Volume moyen (m ³)	Déversement moyen (m)	Heau max moyenne (m)	Volume moyen (m ³)	Déversement moyen (m)	Heau max moyenne (m)	Volume moyen (m ³)	Déversement moyen (m)	Heau max moyenne (m)	Volume moyen (m ³)	Déversement moyen (m)	Heau max moyenne (m)	Volume moyen (m ³)
	0,11	0,49	5,08	0,13	0,51	5,27	0,16	0,53	5,50	0,18	0,56	5,73	0,22	0,60	6,13

Tableau VI. Caractérisation des 36 vasques pour le scénario retenu de débit modulé.

Vasque	Scénario retenu - DR (0,127)		
	Hauteur de déversement au DR	Hauteur d'eau maximale dans vasque (m)	Volume vasque (m ³)
1	0,14	1,14	13,70
2	0,13	0,39	3,94
3	0,18	0,79	13,75
4	0,15	0,34	4,53
5	0,09	0,27	1,99
6	0,11	1,19	15,04
7	0,14	0,07	0,46
8	0,05	0,30	2,26
9	0,15	1,08	11,85
10	0,11	0,50	3,98
11	0,14	0,25	3,32
12	0,12	0,47	3,92
13	0,01	0,21	2,96
14	0,15	0,78	9,33
15	0,14	0,80	5,97
16	0,11	0,46	4,82
17	0,11	0,20	1,51
18	0,19	0,53	7,03
19	0,19	0,29	3,95
20	0,32	0,87	4,72
21	0,16	0,31	1,70
22	0,22	0,64	7,63
23	0,13	0,73	18,84
24	0,16	0,24	1,29
25	0,16	0,48	3,02
26	0,32	0,52	3,14
27	0,13	0,29	3,05
28	0,22	0,78	6,05
29	0,26	0,40	2,40
30	0,20	0,19	1,02
31	0,12	0,52	3,19
32	0,10	0,57	4,58
33	0,11	0,64	5,61
34	0,09	0,70	7,57
35	0,24	0,52	6,29
36	0,10	0,53	2,34
	Déversement moyen (m)	Heau max moyenne (m)	Volume moyen (m ³)
	0,15	0,53	5,46

La dévalaison est actuellement réalisée sur l'ensemble du cours d'eau (réponse apportée à l'aide des pêches réalisées sur le linéaire et l'observation d'individus dans les vasques des cascades). La montaison est très réduite comme indiquée dans le rapport. La remontée des individus du gave de Cauterets au pied des chutes est nulle. La succession de chute induit un faible succès à la remontée. Le jointage des blocs au ciment induit également l'absence de fosses d'appel pour le franchissement. De plus, l'intérêt de cette remontée pour les truites est nul car aucune zone de frayère n'est présente entre le Gave de Cauterets et le pied des chutes.

A la demande de l'AFB, **une caractérisation du secteur amont et la prise en compte des autres faciès que les vasques** ont été réalisées.

Ce secteur amont, c'est à dire en amont de la partie très pentue du tronçon dérivé, représente 1 % du linéaire dérivé total.

Ont été réalisés des transects sur les autres faciès (cascades et plats courants) de la zone amont et aval du seuil. La réalisation de ces transects à un débit de 0,179 m³/s a permis de mettre en évidence l'évolution estimée de la ligne d'eau pour un débit réservé de 0,110 m³/s (cf. schémas ci-dessous).

Cette analyse constitue principalement un rendu visuel. L'intégration de la courbe de niveau lors de la mise en place du débit réservé reste cependant estimative car les écoulements s'adapteront à des configurations variables dues aux crues morphogènes.

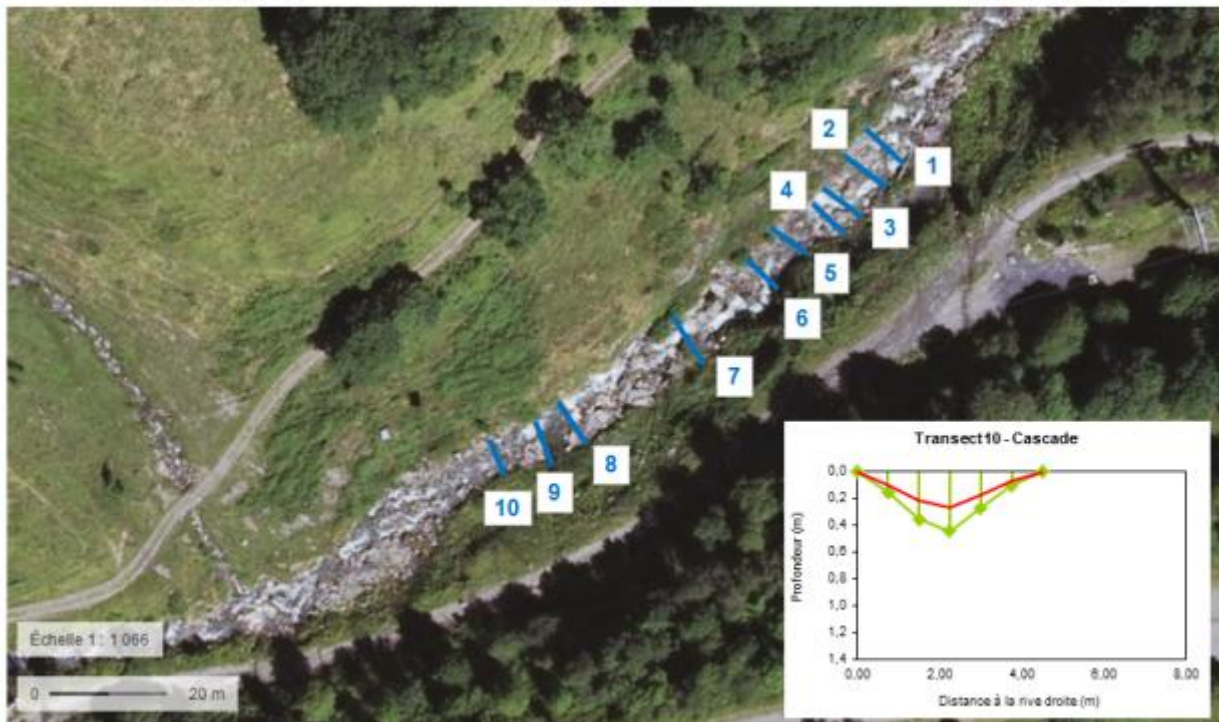
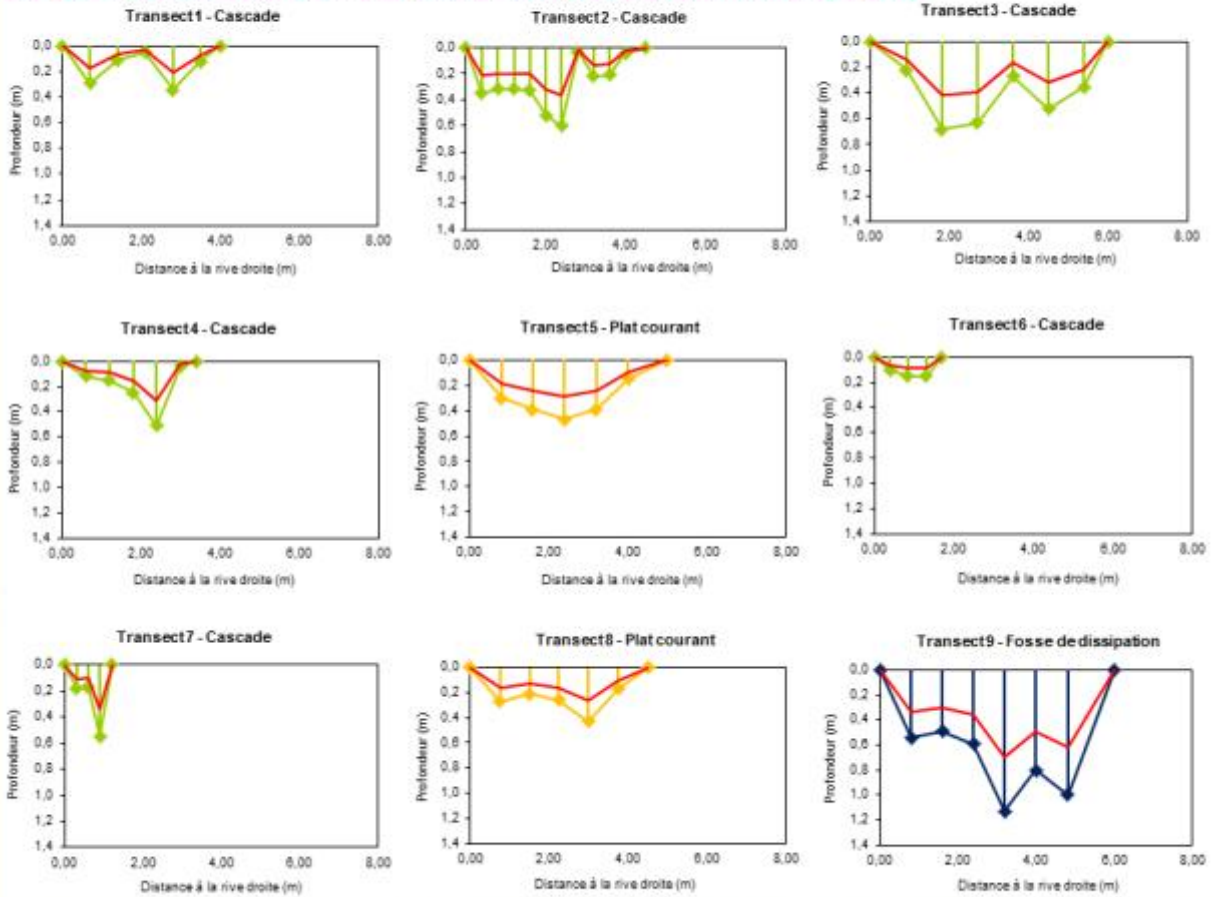
Les conclusions de l'analyse sont :

- une diminution de la largeur mouillée au niveau des faciès cascade (inférieure à 10%), avec toujours une lame d'eau permettant la dévalaison ;
- une diminution des hauteurs d'eau au niveau des plats courants, sans déconnection. Les zones de frayères présentes à ces niveaux seront préservées, elles se situent dans la veine d'eau. La baisse du niveau décalera juste cette frayère de quelques centimètres vers l'amont.
- au niveau de la fosse de dissipation, la hauteur d'eau diminue tout en restant conséquente pour l'accueil de truites adultes et les berges restent connectées.

COURS D'EAU : Le Gave de Cambasque
CODE HYDRO : Q4550500
STATION : Amont
COMMUNE : Cauterets (65110)

DATE : 17/10/2019
HEURE : 14h00
OPERATEURS : Arnaud DESNOS, Quentin FORMET
DEBIT : 0,179 m³/s

Les lignes rouges correspondent à l'évolution estimative de la ligne d'eau au débit réservé de 0,110 m³/s.



La MRAe estime que ce débit réservé mérite d'être rehaussé

Concernant les débits d'étiage, la MRAe revient sur la notion du QMNA₅ et sa prise en compte. Tout en rappelant que cette notion n'a pas de consistance légale ou réglementaire ; Il convient de considérer que le QMNA₅ n'a pas été étudié comme référence pour les petits ruisseaux de montagne, très spécifiques sur tous les plans, le DMB étant déconnecté de cette notion.

Ce n'est donc pas un critère déterminant dans le cas présent, la preuve en est le classement en liste 1 « très bon état biologique » ou « réservoirs biologiques » (au titre de l'article L214-17 du code de l'environnement) de la plupart des linéaires du massif fonctionnant sous débits réservés à 2,5% du module depuis des décennies (concessions hydroélectriques dans la majorité des cas), récemment à 5%, (carte jointe en partie 2.1 ci-avant), loin de toute référence au QMNA₅. Aussi, le pétitionnaire considère que la référence au QMNA₅ est inappropriée sur le cours d'eau concerné par le projet.

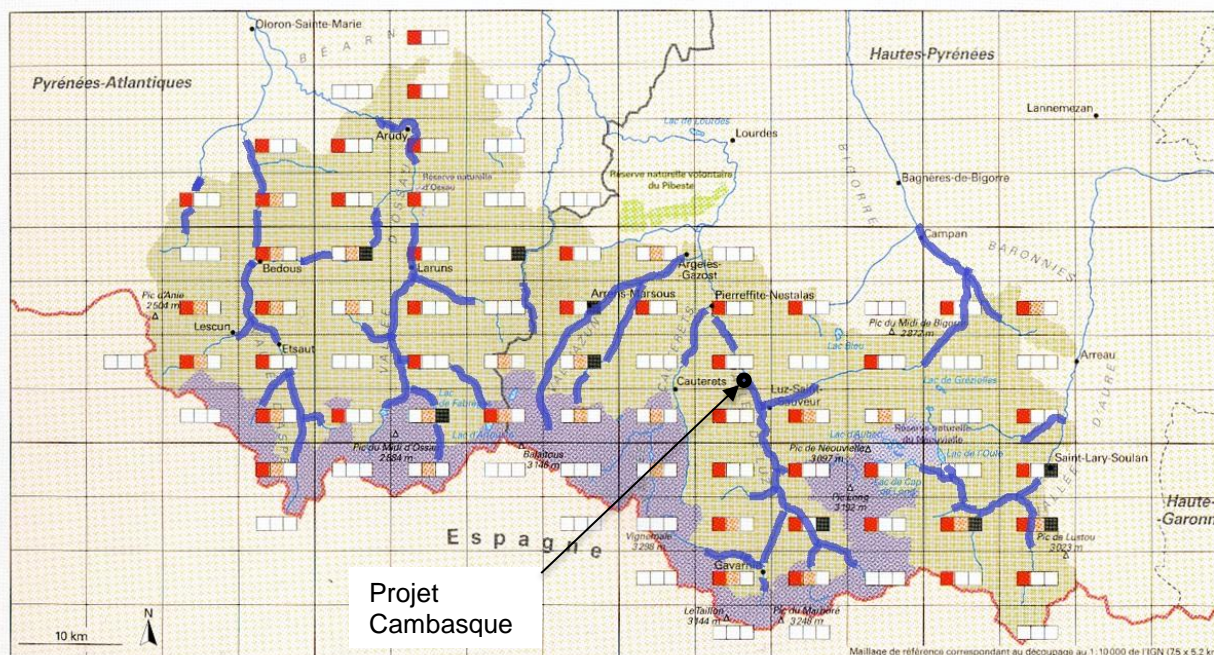
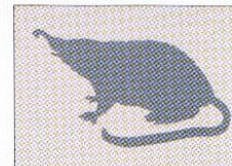
Par ailleurs, il est de jurisprudence constante (cf. arrêt TA CF du 8/05/2005) qu'une exigence quantitative allant au-delà des résultats de l'étude d'impact doit être démontrée et motivée concrètement par l'administration demandant cette exigence. Ici, aucune justification concrète n'est apportée, pour une demande de principe qui d'ailleurs n'indique aucune indication sur les valeurs de débit qui en résulterait. Or, la vallée adjacente est équipée du plus grand complexe hydroélectrique des Pyrénées, alimenté par plus de 40 prises d'eau, et aucune ne délivre des débits réservés supérieurs à 5% du module. Ceci n'a pas empêché la plupart de ces ruisseaux d'être classés en très bon état, réservoirs biologiques. Le projet, en proposant de délivrer des débits 2.5 à 3 fois plus élevés est donc bien au-delà des minimums considérés comme satisfaisant, au-delà de toute référence.

Le seul équipement situé sur un affluent du bassin (en aval) qui s'était vu imposer un débit réservé supérieur au dixième du module a obtenu par deux fois un abaissement de sa valeur par la juridiction administrative (TA de Pau, 7/11/2006 et 9/03/2010 : débit réservé ramené de 76 l/s à 44 l/s puis 27 l/s, soit pratiquement une division par trois).

Enfin, le marqueur biologique qu'est la Truite fario (autochtone) est partout présent dans le bassin, à la grande satisfaction des associations et institutions qui régissent l'exploitation piscicole, vantant la qualité supérieure de son « Canada français ». En particulier, le très médiatique guide de pêche professionnel Pyrénéen, M Arias, conseille, dans un article paru la veille d'ouverture de la saison de pêche de loisir, à ses clients : « pensez aux débits réservés (aval des barrages), il faut les mettre à profit, ils peuvent être fabuleux » (le Petit Pyrénéen, mars 2010). Démonstration s'il en est que la vie biologique de ces ruisseaux est bien présente et préservée.

Concernant la présence du Desman, les recherches du Parc National des Pyrénées sur cette espèce endémique, montrent que les indices de présence relevés dans les tronçons soumis à débit réservés (voir carte ci-après) sont parmi les plus élevés (gorges de Luz). La post-évaluation du tronçon dérivé des gorges de Gazost, par la centrale hydroélectrique des Enfers, affluent rive droite du Gave de Pau, montre aussi une présence significative de l'espèce (Amidev, 2017).

Desman (*Galemys pyrenaicus*)



Présence ou absence de l'espèce dans la zone Parc incluse dans chaque élément du maillage

- | | | |
|--|--|---|
| Signe de présence
(observations entre 1996 et 1998) | | Animal trouvé mort
(observations entre 1970 et 1998) |
| Animal vu
(observations entre 1970 et 1998) | | |
| Aucun signe de présence
(observations entre 1996 et 1998) | | Aucun animal trouvé mort
(observations entre 1970 et 1998) |
| Aucun animal vu
(observations entre 1970 et 1998) | | |

**En bleu foncé les tronçons
de cours d'eau en débit**

- | | | |
|--------------------------------|--|------------------------------|
| --- Limite départementale | | Zone centrale |
| — Limite régionale | | Zone périphérique |
| — Frontière franco-espagnole | | Réserve naturelle volontaire |
| — Réseau hydrographique majeur | | Réserve naturelle |
| | | Lac |

Source : A. Bertrand; Parc national des Pyrénées, 1997

Source : Atlas du Parc National des Pyrénées – 1999 - Surcharge PYREN

Ainsi, l'étude d'impact hydro-biologique montre qu'un débit égal au seuil fixé par la loi (10% du module moyen interannuel) est suffisant, compte tenu des caractéristiques topographiques extrêmes du ruisseau, pour assurer les trois fonctions légales de vie, reproduction et déplacement (ici seulement dans le sens de la dévalaison) de la truite (seule espèce présente). **L'avoir porté à 12 et 16 %, comme proposé par le pétitionnaire, est déjà un effort économique considérable**, au détriment de la production d'énergie renouvelable, et donc du climat. Mais encore, suite aux remarques **concernant l'aspect « sites et paysages » et la durée d'arrêt estivale volontaire jugée insuffisante, le pétitionnaire accepte de la porter à 16 jours, dont 6 partiels** (sauf débit naturel restant disponible inférieur au minimum de fonctionnement auquel cas l'arrêt sera aussi total) pour respecter une progressivité de la variation. **La recommandation de la MRAe est donc suivie, et cette proposition du pétitionnaire a reçu l'avis favorable de la Commission Départementale des Sites.** De même, un suivi de la perception du site a été validé.

2.3. PAYSAGES, SITES ET ACTIVITES HUMAINES

La MRAe estime que les impacts résiduels du projet sur la valeur paysagère liés à l'eau dans l'environnement thermal, protégée par le site classé, demeurent potentiellement forts. Elle recommande que des compléments significatifs soient apportés à la documentation de ces impacts et que des mesures de réduction effectives de ces impacts soient proposées, telle que l'augmentation du nombre de journées au débit naturel, aujourd'hui très faible (cinq jours) notamment par rapport à la durée de la saison touristique.

La MRAe souligne par ailleurs l'intérêt d'un protocole de suivi de la perception de la cascade par les touristes, pouvant elle-même conduire à la recherche de mesures de réduction.

L'intégralité des 5 mesures contenues dans l'autorisation de travaux en sites classés sont reprises et intégrées dans le tableau des mesures figurant en annexes :

- Mesures R22c : Le parement en pierre en aval du seuil de la prise d'eau sera étendu à toutes les parties découvertes du seuil,
- Mesures R32a*1 : Chaque année à partir du dernier samedi de juillet, le gave conservera son débit naturel pendant au moins 10 jours consécutifs précédés d'une période de trois jours pendant laquelle le débit turbiné est réduit chaque jour de 25 % et suivi d'une période de 3 jours pendant laquelle le débit turbiné est augmenté chaque jour de 25 %,
- Mesures A61b : Un protocole de suivi des perceptions de la cascade sera mis en place par l'entreprise pendant 2 ans, après accord de la mairie et de l'inspection des sites sur ses modalités : suivi photographique en fonction des débits et recueil des perceptions des promeneurs.
Cette mesure sera confiée à des extérieurs comme l'office du Tourisme, par exemple.
La mise en évidence d'une perte de valeur perçue par les populations devra faire l'objet d'une recherche de mesures de correction ou de réduction adaptée par l'entreprise, en lien avec la mairie,
- Mesures A7A*2 : Aucun panneau ne sera mis en place dans le site classé au niveau de la prise d'eau, au-delà de la stricte information relative à la sécurité,
- Mesures A62b : Un programme d'information et d'animation sera proposé par l'entreprise en lien avec la mairie sur les jours où la cascade garde son débit naturel et pour expliciter à la population le bien-fondé de cet aménagement.

2.4. NUISANCES ET VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La MRAe recommande que soit réalisée une campagne de suivi du bruit dès la première année d'exploitation pour s'assurer de la bonne application de la réglementation en vigueur.

Cette mesure est actée par le pétitionnaire et intégrée dans le tableau des mesures figurant en annexes sous la référence A61b.

La MRAe recommande de détailler la partie sur la vulnérabilité du projet par rapport au changement climatique. Le débit réservé, dans ce contexte, pourrait devoir être revu à la hausse afin de limiter le risque d'incidences négatives significatives sur les milieux aquatiques.

La MRAe recommande qu'une mesure de suivi des débits dans le temps soit mise en place.

Vulnérabilité du projet par rapport au changement climatique

Sont ici repris des extraits de l'étude prospective « Adour 2050 » portée par l'Institution Adour (Rapport scientifique de la phase 1 – 2017 - ACTEON, FUTURIBLES et CACG) :

Les évolutions climatiques présentées ci-dessus ont été extraites d'un modèle hydrologique qui calcule l'évolution des débits naturels sur le territoire de la prospective. {...}

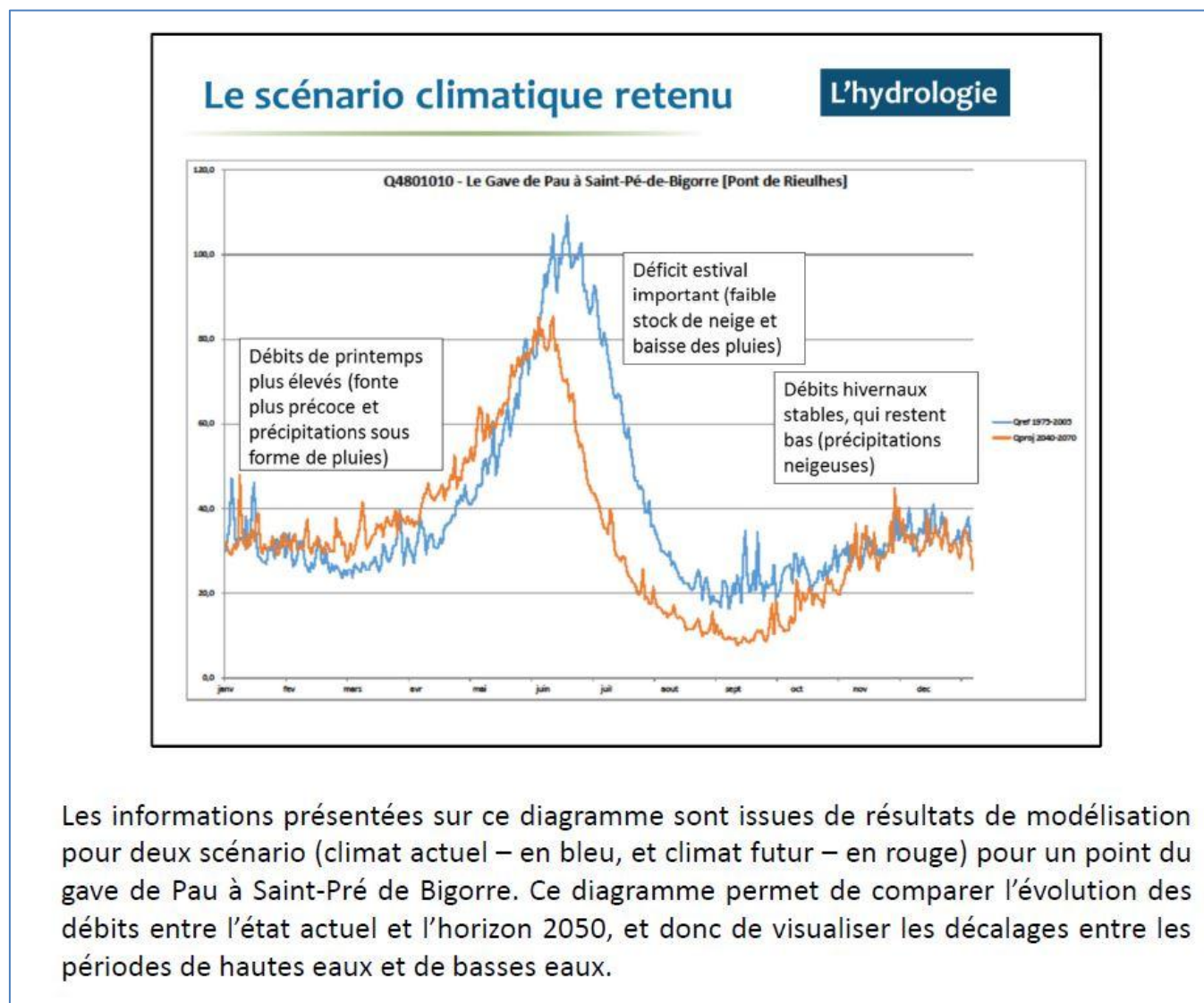
Globalement, sur le territoire de la prospective, les dynamiques de l'hydrologie à l'horizon 2050 sont :

- **Une augmentation des débits pendant le printemps** → les précipitations se font moins sous forme de neige et donc contribuent plus directement au débit des cours d'eau ; **la fonte des neiges est plus précoce** ; **sans toutefois que ces valeurs de débits printaniers n'excèdent les valeurs de débits hivernaux dans la période de référence (1976-2010)**; (nb : sauf sur les bassins versant pluvio-nival comme le Cambasque ou les valeurs printanières excèdent déjà les valeurs hivernales).

- **Une baisse importante des débits d'été** car la quantité de neige fond plus précocement et est moins importante ; les précipitations sous forme de pluies sont plus faibles ;

- **Une stabilité voire une diminution des débits en hiver** car les précipitations sont moins importantes, à l'exception des secteurs de montagne.

Le résultat prospectif pour la station Pont de Rieulhes sur le gave de Pau, qui contrôle le bassin amont du Gave de Pau, station la plus proche du Cambasque, est présenté par le diagramme ci-après.



Les informations présentées sur ce diagramme sont issues de résultats de modélisation pour deux scénario (climat actuel – en bleu, et climat futur – en rouge) pour un point du gave de Pau à Saint-Pré de Bigorre. Ce diagramme permet de comparer l'évolution des débits entre l'état actuel et l'horizon 2050, et donc de visualiser les décalages entre les périodes de hautes eaux et de basses eaux.

Source : Étude prospective Adour 2050 ; Rapport de phase 1 ; 2017 ; p.43.

À NOTER

Les travaux menés dans le cadre de l'étude prospective Adour 2050 sont basés sur un scénario intermédiaire d'émissions de gaz à effets de serre (dit scénario RCP4.5 dans le vocabulaire du Groupe Intergouvernemental d'Étude du Climat ou GIEC) et par l'application d'un modèle hydrologique (nommé Isba-Modcou) pour traduire l'évolution des paramètres climatiques en évolution des ressources en eau. De nombreuses incertitudes subsistent dans les résultats présentés. Mais les signaux forts d'évolution de l'hydrologie du bassin n'en restent pas moins robustes, permettant d'alimenter les débats de la prospective territoriale portée par l'Institution Adour.

D'après ce modèle, les modifications de régime hydraulique seront les suivantes : la période de basses eaux va arriver plus tôt en saison et sera plus sévère.

Il est cependant difficile d'extrapoler, à partir d'un scénario réalisé à une échelle « macro », une évolution à une échelle « micro », qui plus est dans une situation géographique particulière (tête de bassin, altitude). Sur le plan des débits transités dans le tronçon dérivé, les valeurs du débit réservés étant constantes, les évolutions ne seront pas perceptibles. Elles ne le seront que pour la production de l'usine et son décalage saisonnier. L'évolution de la température par contre sera répercutée partout, mais la fraîcheur de l'eau de restitution dans le gave de Cauterets n'en sera que plus positive.

Suivi des débits dans le temps

Cette mesure est actée par le pétitionnaire et intégrée dans le tableau des mesures figurant en annexes sous la référence A61b.

3. MESURES ERC

Un certain nombre de mesures ayant été modifiées ou des précisions ayant été amenées, l'ensemble des tableaux de mesures est repris dans les pages suivantes.

Les éléments surlignés en rose ont été modifiés ou ajoutés par rapport à l'étude d'impact soumise à l'avis de la MRAe et à la commission des sites.

3.1. MESURES D'ÉVITEMENT

Les mesures d'évitement listées ci-après sont numérotées d'après le modèle présenté en annexe.

Les codes mentionnés regroupent :

- E1 : Évitement amont
- E2 : Évitement géographique
- E3 : Évitement technique
- E4 : Évitement temporel

Le numéro qui suit renvoie à la phase concernée (1 pour phase travaux et 2 pour phase d'exploitation) et la lettre à une sous-catégorie ((cf détail en annexe n°28 de l'étude d'impact).

Tableau n° 1 : Mesures d'évitement retenues

Type	Mesures	Paysage	Flore	Faune	Réseau hydrographique	Activités humaines
E1 - Évitement « amont »	E1-1-a Conduite enterrée avec choix du tracé évitant la coupe d'arbres à hautes tiges (évitement destruction habitat larvaire coléoptère saproxylique, nichée d'oiseaux, gîte chiroptère)	X	X	X		
	E1-1-c*1 Choix d'implantation de la prise d'eau le moins impactant pour l'environnement (d'après l'arrêté de classement des cours d'eau au titre de l'article L214-17 du code de l'environnement)			X	X	X
	E1-1-c*2 Conception centrale et prise d'eau sans mécanisme dans l'eau pour éviter les pollutions de l'eau			X	X	
	E1-1-c*3 Choix du type de prise d'eau au fil de l'eau, sans bassin de stockage, sans écluse			X	X	
	E1-1-c*4 Choix d'un itinéraire pour la conduite le moins impactant : évitement de traversées en dévers, éloigné du Gave, passage dans le layon télécabine et sous les sentiers et pistes existants.	X	X	X	X	
	E1-1-c*5 Emplacement des installations ne nécessitant pas de création de piste	X	X	X	X	
	E1-1-c*6 Qualité architecturale du bâtiment (volume, choix des matériaux, coloris les plus adaptés au contexte local et à l'insertion paysagère)	X				X
	E1-1-c*7 Insertion paysagère de la prise d'eau (encastrement dans talus avec toiture végétalisée et habillage - parement de pierre, galets en pied de seuil)	X	X			X
E1-1-c*8 Conception et réalisation des projets en concertation avec un ingénieur écologue.	X	X	X	X	X	

E2 - Évitements géographiques	E2-1-a Mise en défends des ruissellements, fossés, flaques (habitats de reproduction amphibiens) proches de la prise d'eau			X		
	E2-1-b Respect d'une distance de 2,5 m vis à vis des massifs des pylônes de la télécabine					X
	E2-2-f Emplacement de la centrale sur un parking avec positionnement le moins impactant vis à vis des habitations proches	X				X
E3 – Évitements techniques	E3-1-a*1 Bonnes pratiques de chantier respectueuses de l'environnement*	X	X	X	X	X
	E3-1-a*2 Sur la partie amont de la piste, les ruissellements seront rassemblés dans un fossé pérenne et dirigés vers la berge du gave par une buse sous la piste (préservation des écoulements et évitement de fines).			X	X	
	E3-1-a*3 Traversée du Cambasque par accrochage au pont de la rue du Mamelon vert		X	X	X	

Source : *Amidev*

3.2. MESURES REDUCTRICES ADOPTÉES

Les mesures de réduction listées ci-après sont numérotées d'après le modèle présenté en annexe.

Les codes mentionnés regroupent :

- R1 : Réduction géographique,
- R2 : Réduction technique,
- R3 : Réduction temporelle.

Le numéro qui suit renvoie à la phase concernée (1 pour phase travaux et 2 pour phase d'exploitation) et la lettre à une sous-catégorie (cf détail en annexen°28 de l'étude d'impact).

Tableau n° 2 : Mesures réductrices retenues

Type	Mesures	Paysage	Flore	Faune	Réseau hydrographique	Activités humaines
R1 – Réduction géographique	R1-1-a Utilisation des routes goudronnées et pistes carrossables existantes. Il n'est pas prévu de création d'accès complémentaire	X	X	X	X	X
R2 – Réduction technique	R2-1-c*1 Récupération et réservation de la terre végétale sur les espaces à terrasser, et réutilisation pour finition	X	X	X		
	R2-1-c*2 Respect du chemin de la digue par pose superficielle de la conduite				X	X
	R2-1-d*1 Bonnes pratiques de chantier respectueuses de l'environnement*	X	X	X	X	X
	R2-1-d*2 Mise en place de filtres, voire pièges à sédiments, au niveau des eaux d'écoulement autour du chantier de la prise d'eau, de la traversée du ruisseau de Sèques, de la centrale et du canal de restitution pour éviter une pollution du gave du Cambasque, du gave de Cautehets et du ruisseau de Sèques		X	X	X	
	R2-1-f Contrôle de l'expansion des plantes invasives		X			
	R2-1-g*1 Dans le secteur amont du projet, les ruissellements localisés sur la piste dans sa partie aval, seront protégés pendant les travaux par des plaques				X	X
	R2-1-g*2 Utilisation privilégiée de la pelle mécanique à chenilles, voire d'une pelle araignée, pour les travaux de terrassements dans les secteurs les plus en pente	X	X			
	R2-1-j Plan de circulation et mise en place d'information actualisée sur le déroulement du chantier pour les usagers du site (bergers, touristes, sportifs, ...) et la gêne occasionnée (secteurs temporairement interdit, déviations de piste ou de sentiers, ...)					X
	R2-1-k Préférer l'utilisation d'engins à lames coupant la végétation, aux outils de broyage impactant les micromammifères, reptiles, amphibiens, insectes, pour les opérations de nettoyage de la végétation avant travaux				X	

Type	Mesures	Paysage	Flore	Faune	Réseau hydrographique	Activités humaines
	R2-1-m Pose de batardeaux en alterné sur le cours du Cambasque au niveau de la prise d'eau (batardeaux isolant la moitié du chantier côté rive droite avec maintien écoulement contre la rive gauche, puis inversement)			X	X	
	R2-1-o*1 Captures et déplacements des amphibiens présents sur l'emprise travaux avant leur démarrage			X		
	R2-1-o*2 Pêche électrique de sauvegarde autour des travaux de la prise d'eau avant commencement			X		
	R2-1-q Ensemencement avec des mélanges d'espèces adaptées aux conditions locales des zones qui ont été terrassées (collecte sur place ou recours préférentiel aux mélanges Pyrégraine cf. "guide pour de meilleures pratiques de revégétalisation dans les Pyrénées")	X	X	X	X	X
	R2-1-r Remise en état des voies de circulation dans l'état préexistant, voir avec amélioration de la circulation des eaux de ruissellements sur les sentiers et pistes empruntés (cf mesure E3-1-A*2)				X	X
	R2-2-b*1 Mesure de réduction du bruit de la centrale et du canal de fuite (refroidissement de la turbine avec de l'eau et non de l'air, bâtiment insonorisé, paroi syphoïde,)					X
	R2-2-b*2 Vanne de survitesse en tête de conduite forcée					X
	R2-2-c Parement en pierre sur toutes les surfaces découvertes du seuil de la prise d'eau et pose de galets/blocs en berge rive gauche afin de faciliter la circulation des espèces semi-aquatiques et assurer une meilleure intégration paysagère	X		X		
	R2-2-d Équipement de la prise d'eau avec grille de type coanda, goulotte de dévalaison et orifice de débit réservé			X		
	R2-2-i Mise en place d'un débit réservé à 12% du module = 110l/s avec modulation saisonnière pendant 5 mois, de mai à septembre, à 16,30% (150l/s)	X	X	X	X	X
	R2-2-m Conception du seuil de la prise d'eau avec une vanne levante automatisée		X	X	X	
	R2-2-r*1 Création éventuelle de murets, en pierres maçonnées, de soutènement des talus routiers aux 2 traversées de la route du Cambasque par la conduite	X				X
	R2-2-r*2 : Pose de bouchons d'argiles dans la tranchée autour de la canalisation dans la traversée de berge en sortie de la prise d'eau pour limiter les effets drainants de la canalisation et recréer rapidement une mégaphorbiaie au droit de cette tranchée		X		X	
R3 – Réduction temporelle	R3-1-a*1 Réalisation des travaux de nettoyage de la végétation à la période la moins impactante pour la faune (chiroptères, oiseaux et batraciens) : de mi-septembre jusqu'à mi-novembre			X		
	R3-1-a*2 Réalisation des travaux sur cours d'eau (prise d'eau, canal de restitution) à la période la moins impactante pour la Truite fario : en période d'étiage estival entre juillet et octobre			X		

Type	Mesures	Paysage	Flore	Faune	Réseau hydrographique	Activités humaines
	R3-1-a*3 Réalisation des travaux sur les voies de circulation (automobile, VTT et piéton) en dehors de la haute saison touristique en concertation avec la mairie et les usagers					X
	R3-2-a*1 Chaque année, à des fins de valorisation paysagère, à partir du dernier samedi de juillet, le débit naturel sera laissé au Gave pendant 10 jours consécutifs, précédés d'une période de trois jours pendant laquelle le débit turbiné est réduit chaque jour de 25 % et suivi d'une période de 3 jours pendant laquelle le débit turbiné est augmenté chaque jour de 25 %	X				X
	R3-2-a*2 Les arrêts de maintenance seront programmés de façon prioritaire sur le mois de septembre (période d'étiage la plus sévère, et bénéfique paysager à une période encore touristique)	X		X	X	X

Source : Amidev

3.3. MESURES D'ACCOMPAGNEMENT ADOPTEES

Les mesures d'accompagnement listées ci-après sont indexées d'après le modèle présenté en annexe de l'étude d'impact. Les mesures situées entre mesures de réduction et d'accompagnement ont été reportées dans le tableau des mesures de réduction et également dans celui-ci dessous, des mesures d'accompagnement.

Tableau n° 3 : Mesures d'accompagnement retenues

Type	Mesures AMIDEV	Paysage	Flore	Faune	Réseau hydro graphique	Activités humaines
A3 – Rétablissement	A3.c Réhabilitation du GR10 et autres sentiers					X
A4 – Financement	A4-2. a Soutien aux activités halieutiques locales					X
A6 – Action de gouvernance/ sensibilisation / communication	A6-1. a*1 Suivi environnemental du chantier par un ingénieur écologue	X	X	X	X	X
	A6-1. a*2 Mise en place d'informations actualisées sur le déroulement du chantier pour les usagers du site (bergers, touristes, sportifs, ...) et la gêne occasionnée (secteurs temporairement interdits, déviations de piste ou de sentiers, ...)					X
	A6-1. b Suivi environnemental des mesures : suivi paysager sur la perception de la cascade, suivi du bruit de l'usine, suivi de la reprise de la végétation (dont suivi de la reprise de la zone humide) ; suivi des espèces végétales invasives ; suivi des mesures liées aux milieux aquatiques et suivi d'espèces de faune à enjeux *cf précisions ci-dessous	X	X	X	X	
	A6-2. b*1 Mise en place d'un panneau de communication sur le ruisseau du Cambasque et son exploitation hydraulique au niveau de l'usine					X
	A6-2. b*2 Un programme d'information et d'animation sera proposé par l'entreprise en lien avec la commune sur les jours où la cascade garde son débit naturel et pour expliciter à la population le bien-fondé de cet aménagement					X
A 7- Mesure « paysage »	A7. A*1 Reconstitution des murets en pierres sèches présents en sous-bois en aval du pylône 3, et avant le chemin longeant le Cambasque	X				X
	A7. A*2 Aucun panneau ne sera mis en place dans le site classé au niveau de la prise d'eau, au-delà de la stricte information relative à la sécurité					
A 9- Autre	A9. a*1 Mise en place de bornes électriques d'alimentation des véhicules motorisés de Caunterets					X
	A9. a*2 Mise en place d'une borne incendie					X

Source : Amidev

*Précisions sur les suivis :

Paysage et cascade : Le protocole de suivi des perceptions de la cascade sera mis en place pendant 2 ans, après accord de la commune et de l'inspection des sites sur ses modalités : suivi photographique en fonction des débits et recueil des perceptions des promeneurs.

Cette mesure sera confiée à des extérieurs comme l'office du Tourisme, par exemple.

La mise en évidence d'une perte de valeur perçue par les populations devra faire l'objet d'une recherche de mesures de correction ou de réduction adaptée par PYREN, en lien avec la commune.

Reprise de la végétation :

Le suivi de la reprise de la végétation portera sur l'ensemble du linéaire de la canalisation et les abords de la prise d'eau. Éventuellement, si nécessaire, les zones ayant servi pour le stockage de matériel ou de base de vie seront intégrées au suivi.

(Année n+1, n+2, n+4, n+6, n+8 et n+10)

Ce suivi sera essentiellement basé sur la prise de vue photographique, une estimation du recouvrement et une vérification de l'absence d'espèce invasive.

Pour la zone humide en berge (mégaphorbiaie) traversée par la canalisation, à la sortie de la prise d'eau, (avec un bouchon d'argile afin de ne pas drainer les ruissellements de berge), le suivi sera complété par un relevé d'espèces afin de vérifier la réinstallation d'une mégaphorbiaie.

→ Mesures correctives éventuelles : réensemencement ; travaux correctifs pour lutter contre des reprises d'érosion,

Espèces végétales invasives

Un suivi en cours d'exploitation, les premières années (Année n+1, n+2, n+4), sera intéressant pour maîtriser leur développement éventuel sur les cicatrices de la conduite et favoriser les reprises de végétations autochtones. Espèce visée en priorité : le Buddleia dans la partie basse du projet.

→ Mesures correctives éventuelles : arrachement de Buddleia pour favoriser les espèces autochtones, renforcements ponctuels de végétation autochtone, pour concurrencer l'implantation du Buddleia.

Suivi bruit

Une campagne de suivi du bruit sera réalisée dès la première année d'exploitation pour s'assurer de la bonne application de la réglementation en vigueur.

Mesures liées au milieu aquatique

Afin de vérifier l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction prises pour pallier les impacts écologiques des effets « flux » et des effets « retenue », un bilan hydrobiologique complet (Inventaire piscicole, IBD et IGB) sera réalisé sur chacune des stations de suivi après les travaux (Année n+1, n+2, n+4, n+6, n+8 et n+10) (Stations sur le tronçon dérivé et bras secondaire du Gave de Cauterets).

Parallèlement, un suivi des débits sera mis en place dans le temps pour suivre les débits du Cambasque et pour contribuer à en reconstituer l'hydrologie. Il y aura un point (sonde située dans le plan d'eau amont – toute variation de ce plan d'eau correspondant à une variation de débit du Cambasque) de mesure et de suivi des débits à la prise d'eau, corrélé avec le suivi du débit dérivé.

La satisfaction du débit réservé dans le TCC est assurée, prioritairement physiquement par la conception de la prise d'eau, en passant dans l'échancrure calibrée

→ Mesures correctives éventuelles : modifications de fonctionnalités sur la prise d'eau, modification ou modulations saisonnières des valeurs du débit réservé, entretien du bras secondaire du Gave de Cauterets...

Espèces de faune terrestre ou semi-aquatique à enjeux

Suivi de la présence et de la reproduction des amphibiens dans le secteur de la prise d'eau (Année n+1, n+2, n+4, n+6) ;

→ Mesures correctives éventuelles : reprise de l'aménagement des fossés et ruissellements de talus.

Suivi du Calotriton et Desman dans le tronçon dérivé et un tronçon amont de la prise d'eau (Année n+1, n+2, n+4, n+6, n+8 et n+10).

Bien que ces espèces n'aient pas été vues sur le tronçon dérivé, les investigations seront poursuivies, en incluant un tronçon amont qui paraît être plus favorable à ces espèces (le Calotriton y a été observé par le PNP). Ces espèces sont très discrètes, donc difficiles à contacter. Recherche nocturne pour le Calotriton et protocole diurne Desman.

Couplé aux résultats du suivi hydrobiologique, cela permettra de contribuer à la caractérisation du cours d'eau et à son évolution suite à l'équipement.

→ Mesures correctives éventuelles : les mêmes que pour le milieu aquatique.

3.4. MESURES COMPENSATOIRES

Bien qu'après mise en place des mesures, les impacts résiduels sur tous les paramètres seront faibles, voire inexistant, le maître d'ouvrage a choisi de mettre en place une mesure compensatoire améliorant le milieu aquatique immédiatement à l'aval de la restitution.

Tableau n° 4 : Mesures compensatoires retenues

Type	Mesures AMIDDEV	Paysage	Flore	Faune	Réseau hydrographique	Activités humaines
C2 - Restauration / Réhabilitation	C-2-2-c Pérennisation de l'alimentation du bras secondaire du Gave de Cauterets			x	x	

Source : Amidev