



GREENPOWERDESIGN

ÉTUDE DE FAISABILITE POUR LA CONSTRUCTION D'UNE CENTRALE HYDROELECTRIQUE SUR LA GRAVONA

Porteur de projet : Communauté d'Agglomération du Pays Ajaccien



GREEN POWER DESIGN – contact@gpdesign.fr – 05.61.65.12.21

ZI Fournié – 09400 Tarascon-sur-Ariège

Version	Date	Auteur	Commentaires
V0	20/11/2024	DUPUY Gauthier	Création du document

TABLE DES MATIERES

1.	INTRODUCTION.....	1
1.1.	Contexte général.....	1
1.2.	Projet de PCH de Péri.....	1
2.	DESCRIPTION DES AMENAGEMENTS EXISTANTS.....	3
2.1.	Historique.....	3
2.2.	Situation géographique.....	3
2.3.	Le barrage.....	4
2.4.	Ouvrages de prise d'eau.....	5
2.5.	Canal de la Gravona.....	6
2.6.	Situation administrative et foncière.....	8
3.	HYDROLOGIE AU DROIT DU SITE.....	9
3.1.	Caractéristiques du bassin versant.....	9
3.2.	Stations hydrométriques.....	10
3.3.	Caractérisation de l'hydrologie.....	10
3.4.	Évolution de l'hydrologie.....	12
4.	ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX.....	13
4.1.	Qualité de l'eau.....	13
4.2.	Zonages pour la protection de l'environnement.....	13
4.3.	Enjeux piscicoles.....	14
4.3.1.	Peuplement.....	14
5.	SCENARI D'AMENAGEMENT D'UNE PCH.....	15
5.1.	Méthode d'identification des sites énergétiquement pertinents.....	15
5.1.1.	Point de prise d'eau.....	15
5.1.2.	Type d'installation.....	15
5.1.2.1.	Type de turbinage.....	15
5.1.2.2.	Type de dérivation.....	15
5.1.3.	Points de restitution.....	16
5.2.	Identification des scénarios d'aménagement.....	22
5.3.	Tronc commun à l'ensemble des scénarios.....	24
5.3.1.	Barrage.....	24
5.3.2.	Prise d'eau.....	27
5.3.3.	Dispositif de dévalaison.....	28
5.4.	Scénario1 : PCH de pied de barrage.....	29
5.4.1.	Description des ouvrages projetés.....	29
5.4.1.1.	Rehausse du barrage.....	29
5.4.1.2.	Dévalaison.....	30
5.4.1.3.	Usine.....	30
5.4.2.	Étude énergétique.....	31

5.4.2.1. Loi de chute	31
5.4.2.2. Débit d'équipement	33
5.4.2.3. Choix de l'équipement électromécanique.....	34
5.4.2.4. Productible	35
5.4.3. Etude économique.....	36
5.4.3.1. Chiffre d'affaires.....	36
5.4.3.2. Investissement (CAPEX).....	36
5.4.4. Synthèse / avantages / inconvénients	37
5.5. Scénarios de PCH en dérivation (Sc2, Sc3A, Sc3B, Sc4)	39
5.5.1. Description des ouvrages projetés.....	39
5.5.1.1. Ouvrage d'amenée.....	39
5.5.1.2. Rehausse du barrage	41
5.5.1.3. Prise d'eau.....	42
5.5.1.4. Choix du type de turbine.....	42
5.5.1.5. Bâtiment d'usine	44
5.5.2. Étude énergétique	45
5.5.2.1. Débit réservé.....	45
5.5.2.2. Débit d'équipement	45
5.5.2.3. Loi de chute	46
5.5.2.4. Productible	48
5.5.1. Etude économique.....	49
5.5.1.1. Chiffre d'affaires.....	49
5.5.1.2. Investissement (CAPEX).....	50
5.5.2. Synthèse / avantages / inconvénients	51
6. CONTEXTE TARIFAIRE RELATIF AU PROJET DE PCH DE PERI	52
7. ARBITRAGE POUR LE CHOIX D'UN SCENARIO.....	53
8. ÉTUDE APPROFONDIE DU SCENARIO RETENU	54
8.1. Descriptif technique / prédimensionnement des ouvrages projetés	54
8.1.1. Rehausse du barrage	54
8.1.2. Prédimensionnement de la prise d'eau.....	55
8.1.2.1. Vanne de garde	55
8.1.2.2. Canal d'amenée.....	56
8.1.2.3. Dispositif de dévalaison	57
8.1.2.4. Mise en charge	59
8.1.3. Prédimensionnement de la conduite forcée.....	60
8.1.3.1. Matériau de la conduite	60
8.1.3.2. Diamètre / linéaire de la conduite	60
8.1.4. Bâtiment d'usine.....	62
8.2. Étude énergétique.....	63
8.2.1. Hydrologie.....	63
8.2.2. Débit d'équipement	63

8.2.3.	Loi de chute	66
8.2.3.1.	Données d'entrée	66
8.2.3.2.	Chute brute	66
8.2.3.3.	Pertes de charge.....	67
8.2.3.4.	Chute nette.....	69
8.2.4.	Rendements et modalités de turbinage	69
8.2.4.1.	Choix du type de turbine.....	69
8.2.4.2.	Rendements des équipements	70
8.2.4.3.	Débit d'armement	72
8.2.4.4.	Arrêt de turbinage	72
8.2.4.5.	Disponibilité de l'installation	72
8.2.5.	Productible et analyse des résultats	73
8.2.5.1.	Scénario 3A 500 kW	73
8.2.5.2.	Scénario 3B Module.....	74
8.3.	<i>Etude économique</i>	76
8.3.1.	Chiffre d'affaires.....	76
8.3.2.	Investissements initiaux	77
8.3.2.1.	Etudes et frais de développement.....	77
8.3.2.2.	Barrage	77
8.3.2.3.	Prise d'eau.....	78
8.3.2.4.	Bâtiment d'usine	78
8.3.2.5.	Conduite forcée	78
8.3.2.6.	Turbine	79
8.3.2.7.	Electricité.....	79
8.3.2.8.	Raccordement au réseau électrique.....	80
8.3.2.9.	Comparatif/analyse des investissements initiaux	80
8.3.3.	Charges d'exploitation, impôts et taxes	82
8.4.	<i>Emprise foncière du projet</i>	84
8.5.	<i>Planning prévisionnel du programme d'opération</i>	86
SYNTHESE		87
ANNEXES.....		89

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Débits moyens mensuels au seuil Napoléon (m ³ /s) (1999 – 2022).....	10
Tableau 2 : Débits classés au seuil Napoléon (m ³ /s) (1999 – 2022)	11
Tableau 3 : Débits d'étiage de la Gravona au seuil Napoléon selon la méthode LOIEAU (1970-2017)	11
Tableau 4 : Débits caractéristiques de crue de la Gravona au seuil Napoléon.....	11
Tableau 5 : Points d'intérêts identifiés sur la base du profil en long de la Gravona sur le linéaire d'étude.....	16
Tableau 6 : Caractéristiques de la rehausse du barrage - Scénario 1 - PCH pied de barrage.....	30
Tableau 7 : Données d'entrées utiles à l'établissement de la loi de chute - Scénario 1 - PCH pied de barrage.....	31
Tableau 8 : Données d'entrées utiles à l'établissement de la loi de chute - Scénario 1 - PCH pied de barrage.....	32
Tableau 9 : Pertes de charge observées à Pmax – Scénario 1 - PCH pied de barrage	32
Tableau 10 : Paramètres de modélisation – Scénario 1 - PCH pied de barrage	35
Tableau 11 : Points de fonctionnement caractéristiques du scénario 1 - PCH pied de barrage	36
Tableau 12 : Productible moyen annuel selon le scénario 1 – PCH de pied de barrage.....	36
Tableau 13 : Chiffre d'affaires généré selon le scénario 1 – PCH de pied de barrage.....	36
Tableau 14 : CAPEX du scénario 1 - PCH de pied de barrage	37
Tableau 15 : Tableau de synthèse – Scénario 1 PCH pied de barrage.....	37
Tableau 16 : Caractéristiques de la conduite forcée selon les scénarios de PCH en dérivation.....	41
Tableau 17 : Caractéristiques de la rehausse du barrage selon les scénarios de PCH en dérivation	41
Tableau 18 : Débit d'équipement selon les scénarios de PCH en dérivation	46
Tableau 19 : Niveaux d'eau considérés pour l'évolution de la hauteur de chute des scénarios de PCH en dérivation.....	47
Tableau 20 : Paramètres de modélisation – Scénarios de PCH en dérivation.....	48
Tableau 21 : Productible annuel moyen - Scénarios de PCH en dérivation	48
Tableau 22 : Chiffre d'affaires généré selon le scénario 3A	49
Tableau 23 : CAPEX des Scénarios de PCH en dérivation	50
Tableau 24 : Tableau de synthèse - Scénarios de PCH en dérivation.....	51
Tableau 25 : Options tarifaires des installation nouvelles selon la puissance et la zone d'injection	52
Tableau 26 : Caractéristiques de la rehausse du barrage – Scénarios 3A et 3B	55
Tableau 27 : Caractéristiques du vannage de prise d'eau projeté – Scénarios 3A et 3B.....	56
Tableau 28 : Caractéristiques du canal d'aménagé projeté – Scénarios 3A et 3B	56
Tableau 29 : Caractéristiques de la conduite forcée selon les scénarios 3A / 3B	61
Tableau 30 : Données d'entrées utiles à l'établissement de la loi de chute des scénarios 3A et 3B	66
Tableau 31 : Données d'entrées utiles à l'établissement de la loi de chute - Scénario 3A 500 kW	67
Tableau 32 : Données d'entrées utiles à l'établissement de la loi de chute - Scénario 3B Module.....	67
Tableau 33 : Pertes de charge calculées au fonctionnement nominal - Scénarios 3A et 3B.....	68

Tableau 34 : Niveaux d'eau considérés pour l'évolution de la hauteur de chute nette – Scénarios 3A et 3B	69
Tableau 35 : Caractéristiques des turbines selon les scénarios 3A et 3B.....	69
Tableau 36 : Chaîne électromécanique selon les scénarios 3A et 3B.....	70
Tableau 37 : Rendement de l'ensemble {turbine – alternateur – convertisseur} pour la turbine Dive HAX.....	70
Tableau 38 : Rendement global de la chaîne électromécanique – Scénario 3A 500 kW.....	70
Tableau 39 : Rendement global de la chaîne électromécanique complète – Scénario 3B Module.....	71
Tableau 40 : Débit d'armement selon les scénarios 3A et 3B.....	72
Tableau 41 : Points de fonctionnement caractéristiques du scénario 3A 500 kW	73
Tableau 42 : Productible généré par la PCH de Péri - Scénario 3A 500 kW	73
Tableau 43 : Points de fonctionnement caractéristiques du scénario 3B Module	74
Tableau 44 : Productible généré par la PCH de Péri - Scénario 3B Module	75
Tableau 45 : Détail du tarif H16 actualisé au 1 ^{er} janvier 2024 et CA selon le scénario 3A 500 kW	76
Tableau 46 : Chiffrage du projet de PCH selon les scénarios 3A et 3B	81
Tableau 47 : Coût de revient du kW installé selon les scénarios 3A et 3B	82
Tableau 48 : Charges d'exploitation prévisionnelles annuelles selon les scénarios 3A et 3B	83
Tableau 49 : Impôts et taxes annuels (ITVA) applicables aux scénarios 3A et 3B.....	83
Tableau 50 : Total des charges et ITVA applicables aux scénarios 3A et 3B.....	84
Tableau 51 : Parcelles concernées par le projet de	84

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du barrage de Péri et du canal de la Gravona.....	3
Figure 2 : Vue du barrage Napoléon depuis l'aval.....	4
Figure 3 : Vue aérienne du barrage	6
Figure 4 : Vue de la prise d'eau du canal en rive droite	6
Figure 5 : Profil en long du canal de la Gravona (Source : Etude préliminaire du busage du canal 1987).....	7
Figure 6 : Vue du passage en balcon (à gauche) et de la traversée de talweg (à droite)	8
Figure 7 : Vue du bassin versant topographique intercepté au barrage Napoléon	9
Figure 8 : Histogramme des débits moyen mensuels au seuil Napoléon (1999-2022).....	10
Figure 9 : Courbe des débits classés au seuil Napoléon (m ³ /s) (1999 – 2022).....	11
Figure 10 : Evolution du débit moyen annuel au seuil Napoléon (m ³ /s) (1999 – 2022).....	12
Figure 11 : Zonages pour la protection de l'environnement.....	14
Figure 12 : Points d'intérêts de restitution selon le profil en long du cours d'eau.....	17
Figure 13 : Niveau d'accessibilité des zones de restitution sur la zone d'implantation du projet...18	
Figure 14 : Vue des biefs écartés de l'analyse en raison du profil de berge	19
Figure 15 : Caractérisation du profil de la berge droite sur la zone d'implantation du projet	19
Figure 16 : Niveau de sensibilité à une diminution de débit dans le cadre d'une soumission à débit réservé	20
Figure 17 : Vue des zones présentant une morphologie de type tresse.....	21
Figure 18 : Localisation des points de turbinage (usines) retenus.....	22
Figure 19 : Vue aérienne de la zone d'implantation de la PCH selon le scénario 3	23
Figure 20 : Vue d'une crête de barrage réalisée avec une longrine en béton armée sur un seuil en pierres existant	24
Figure 21 : Évaluation du linéaire impacté par une rehausse de 1,50 m du seuil Napoléon	25
Figure 22 : Vannage de garde installé sur la rivière Salat	27
Figure 23 : Plan de grille avec dégrilleur à crémaillères sur le Saurat (09)	28
Figure 24 : Projection du scénario 1- PCH pied de barrage.....	29
Figure 25 : Projection 3D d'une turbine DIVE et usine mettant en jeu une turbine DIVE	31
Figure 26 : Loi de chute brute du scénario 1 PCH de pied de barrage	32
Figure 27 : Optimisation du débit d'équipement selon le scénario 1 – PCH pied de barrage	34
Figure 28 : Courbe d'évolution de la puissance de l'aménagement – Scénario 1 - PCH pied de barrage.....	35
Figure 29 : Vue d'une centrale de pied de barrage selon la même configuration que le scénario 1 – PCH pied de barrage.....	38
Figure 30 : Exemple de conduite forcée en PRV (Diamètre 1 200 mm)	40
Figure 31 : Domaine d'utilisation des turbines hydrauliques	42
Figure 32 : Coupe schématique d'un groupe de type DIVE HAX.....	44
Figure 33 : Extrait de plan du bâtiment d'usine -Scénarios de PCH en dérivation	44
Figure 34 : Exemple de piège à graviers favorisant l'hydrocurage	58
Figure 35 : Schéma de barreaux à profil rectangulaire (à gauche) et hydrodynamique (à droite) ...	58
Figure 36 : Projection du barrage clapet et de la prise d'eau -Scénarios 3A et 3B.....	59
Figure 37 : Vue d'une usine équipée d'une DIVE Hax	62

Figure 38 : Optimisation du débit d'équipement selon le scénario 3A 500 kW	64
Figure 39 : Optimisation du débit d'équipement selon le scénario 3B Module	65
Figure 40 : Vue de la zone de restitution ayant fait l'objet d'un relevé topographique (Restitution Sc3A / 3B).....	66
Figure 41 : Rendement global de la chaine électromécanique complète – Scénario 3A 500 kW ...	71
Figure 42 : Rendement global de la chaine électromécanique complète – Scénario 3B Module....	71
Figure 43 : Courbe d'évolution de la puissance de l'installation – Scénario 3A 500 kW	73
Figure 44 : Courbe d'évolution de la puissance de l'installation – Scénario 3B Module	74
Figure 45 : Parcellaire du projet de PCH de Péri – Scénarios 3A et 3B.....	85
Figure 46 : Planning général du projet de PCH de Péri.....	86

1. Introduction

1.1. Contexte général

Le Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE) de la Corse créé par l'article 68 de la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 fixe le cadre stratégique de la Collectivité de Corse à l'horizon 2020 – 2050. Les principaux objectifs concernent la réduction des émissions de gaz à effet de serre, la maîtrise de la demande énergétique, le développement des énergies renouvelables, la lutte contre la pollution atmosphérique et l'adaptation aux changements climatiques.

L'Assemblée de Corse a adopté le SRCAE le 20 décembre 2013 en retenant le scénario le plus ambitieux du document, à savoir l'autonomie énergétique à l'horizon 2050.

En parallèle, en application de la Loi sur la transition énergétique pour la croissance verte, la Corse s'est dotée d'une Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE). Ce document établit les priorités d'actions pour toutes les énergies du point de vue de la maîtrise de la demande, de la diversification des sources, de la sécurité d'approvisionnement, du développement du stockage et des réseaux. Ces mesures devaient porter la part des énergies renouvelables à 22 % de la consommation d'énergie finale en 2023, et 40 % de la production d'électricité. Elles sont cohérentes avec la trajectoire d'autonomie énergétique à horizon 2050, telle que fixée par le SRCAE, qui vise à sortir la Corse de la dépendance aux approvisionnements extérieurs en utilisant les ressources du territoire.

En ce qui concerne le développement de la petite hydroélectricité, la PPE prévoit la réalisation de 12 MW de puissance installée supplémentaire d'ici 2023.

1.2. Projet de PCH de Péri

Dans le contexte stratégique et réglementaire détaillé précédemment, en 2013, l'Agence d'Aménagement, d'Urbanisme et d'Énergie de la Corse (AUE) a identifié le seuil de la Gravona et son canal associé comme présentant un potentiel hydroélectrique. En conséquence, la Communauté d'Agglomération du Pays Ajaccien (CAPA) a souhaité étudier la faisabilité de l'installation d'une petite centrale hydroélectrique (PCH) sur ce site. L'étude en question a été confiée au bureau d'études ARTELIA en 2016.

Considérant les évolutions climatiques, météorologiques, économiques (CAPEX/OPEX et valorisation de l'énergie) et techniques dans la filière de l'hydroélectricité depuis 2016, la CAPA souhaite actualiser l'étude de faisabilité de 2016. Ainsi, à la lumière de ces évolutions, l'objectif de la présente étude est de confirmer l'intérêt technico-économique d'un projet de construction de PCH et d'en définir la consistance.

Le présent document constitue le rapport final de l'étude de faisabilité pour la construction d'une petite centrale hydroélectrique sur le canal de la Gravona. Seront notamment détaillés :

- Un état des lieux des ouvrages existants,
- La méthodologie de travail et les données utilisées dans le cadre de l'étude,

- Les scénarios d'aménagements retenus en première intention et une analyse multicritère de ces scénarios (énergétique, économique, contraintes administrative et impact environnemental, contraintes en phase de construction et d'exploitation),
- L'analyse technico-économique approfondie du scénario retenu par la CAPA et la commune de Péri. Cette analyse comprend une définition du projet de niveau esquisse (ESQ).

2. Description des aménagements existants

2.1. Historique

Construit au XIX^{ème} siècle à la demande de Napoléon 1^{er}, le canal de la Gravona avait pour objet premier l'alimentation en eau de la Ville d'Ajaccio par prélèvement sur la Gravona au niveau de la commune de Péri.

Mis en eau en 1878, l'ouvrage consistait en un canal à ciel ouvert cheminant sur 19 km de long depuis le barrage de Péri jusqu'aux bassins de Canneto. L'usage secondaire de ce système était l'irrigation des terres agricoles situées à proximité du canal. L'usage d'alimentation en eau potable est progressivement abandonné au profit d'autres ressources. À partir de 1985, cet usage est totalement abandonné. Dès lors, en l'absence d'usage stratégique et d'organisme de gestion, le canal se dégrade jusqu'à sa mise en assec et son abandon en 1995.

2.2. Situation géographique

Le canal de la Gravona est alimenté par dérivation du cours d'eau du même nom grâce au barrage dit Napoléon. Le barrage est situé sur le territoire de la commune de Péri. Le canal s'écoule ensuite sur 19 km de long sur les communes de Péri, Sarrola-Carcopino et Ajaccio.



Figure 1 : Localisation du barrage de Péri et du canal de la Gravona

La description des ouvrages présentée dans la présente section est issue :

- Des données et études précédentes communiquées par le porteur de projet :
 - Etude préliminaire du busage du canal de la Gravona (CETA 1987),
 - Etude de faisabilité d'une petite centrale hydroélectrique sur la Gravona (ARTELIA 2016),
 - Données topographiques (relevés de lignes d'eau et du canal réalisés en 2016 complétés en 2024 par un cabinet de géomètre expert et par *Green Power Design*),
- D'observation de terrain réalisées par *Green Power Design* (reportage photo et drone).

2.3. Le barrage

Le barrage Napoléon sur la Gravona est un ouvrage de type poids. Lorsque le canal était en service, ce seuil permettait la dérivation d'une partie du débit de la Gravona vers la prise d'eau située en rive droite. Sa crête s'étend sur environ 31 m de long à une cote moyenne de 95,90 mNGF soit environ 5 m au-dessus du terrain naturel d'après le relevé topographique réalisé.

Historiquement ce type d'ouvrage était probablement constitué d'une structure interne constituée de pieux en bois et recouverte d'une coque maçonnée en pierres. Le parement aval présente encore aujourd'hui une forme de voute et est entièrement revêtu de pierres de taille.



Figure 2 : Vue du barrage Napoléon depuis l'aval

Au fil du temps et des opérations d'entretien de l'ouvrage, certaines parties du parement amont et de la crête ont été reprises en béton.

Aujourd'hui, la crête présente une arase hétérogène en raison d'une brèche située dans sa partie médiane. Cette brèche constitue une zone d'écoulement préférentiel.

Le barrage crée une retenue à l'amont sur un linéaire hydrographique d'environ 230 m. En l'absence de vanne de décharge au barrage et d'opération d'entretien de la retenue, cette dernière est actuellement comblée d'alluvions. Cet engrèvement est particulièrement marqué à l'amont immédiat du barrage où le tirant d'eau est inférieur à 1 m.

En l'absence de dérivation par le canal, la totalité du débit de la Gravona déverse sur la crête en tout temps. Aussi, le barrage n'est équipé d'aucun dispositif de débit réservé.

Remarque :

- Une station de mesure Vigicrue est installée au droit du seuil Napoléon. Selon le Service de Prévision des Crues (SPC) de la DREAL, les instruments de mesure associés à cette station sont :
 - Un piézomètre situé dans le remous du barrage.
 - Une caméra également située dans le remous permettant une mesure de la vitesse d'écoulement en surface.

Cette station a notamment pour objet la prévision des crues afin d'alerter l'aéroport d'Ajaccio d'éventuels risques liés à des débordements de la Gravona.

- Une station hydrométrique (Station hydroportail) également exploitée par la DREAL est installée en amont du remous (cf. partie 3.2). Le capteur associé à cette station est de type radar. Il est installé en surplomb du cours d'eau.

2.4. Ouvrages de prise d'eau

La prise d'eau du canal est située au niveau de l'appui en rive droite du barrage. Afin de limiter l'entrée de sédiment et de flottant dans la dérivation, la prise s'effectuait historiquement latéralement. Selon l'étude préliminaire du busage du canal réalisée en 1987, la prise d'eau permettait de dériver jusqu'à 400 l/s vers le canal. Ce débit était limité à 180 l/s en période d'étiage afin de limiter l'impact environnemental sur le tronçon de Gravona court circuité (TCC).

Un bassin de tranquillisation d'environ 25 m² assurait l'alimentation du canal. Ce dernier pouvait être isolé hydrauliquement du cours d'eau par une vanne de type guillotine, laquelle constituait le seul organe de gestion du débit prélevé par la prise d'eau.

Les ouvrages de prise d'eau sont réalisés en pierres de taille. Malgré l'absence d'entretien, les ouvrages présentent un bon état structurel.



Figure 3 : Vue aérienne du barrage



Figure 4 : Vue de la prise d'eau du canal en rive droite

2.5. Canal de la Gravona

Le canal de la Gravona est de type à ciel ouvert. Il présente un linéaire total d'environ 19 km entre la prise d'eau et les bassins Canneto. Son usage premier étant d'acheminer l'eau jusqu'à Ajaccio sans objectif de préservation de la charge hydraulique, son profil en long¹ s'adapte à la topographie du terrain qu'il traverse. Ainsi, le profil en long réalisé en 1987 montre une succession de linéaires présentant une très faible pente et de chutes au franchissement de singularités (ravins, traversées de ruisseaux). La chute totale observée est de l'ordre de 47 m.

¹ Etude préliminaire du busage du canal de la Gravona.

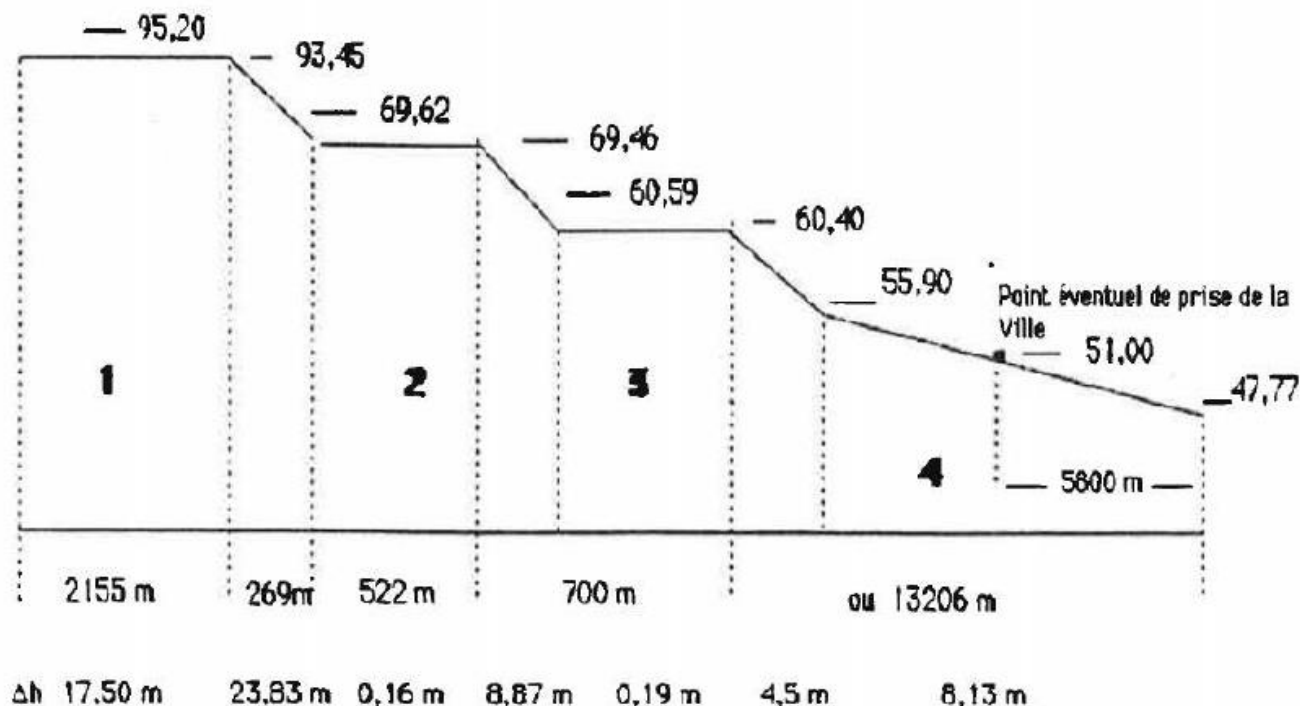


Figure 5 : Profil en long du canal de la Gravona (Source : Etude préliminaire du busage du canal 1987)

En l'absence d'entretien, la végétation occupe actuellement la totalité du canal et de ses abords rendant l'accès à l'ouvrage difficile. Lors des visites de terrain, il n'a pas été possible d'arpenter le premier tronçon du canal. Le descriptif de la présente partie s'appuie donc sur des observations faites par drone et sur le rapport d'étude de faisabilité de 2016 (ARTELIA).

Le fond du canal à la prise d'eau est situé à la cote 95,20 mNGF. En considérant une cote de retenue normale (RN) à 95,90 mNGF², le tirant d'eau à l'entrée du canal était historiquement de l'ordre de 70 cm.

À l'aval de la prise d'eau, le premier tronçon du canal s'étend de la prise d'eau au ravin de la Mellela sur un linéaire de 2 155 m. Sur ce tronçon, le canal suit une courbe de niveau en rive droite de la Gravona selon une très légère pente (0,8 ‰). Le fond est constitué par le substratum. La largeur moyenne de l'ouvrage est de 1,8 m à 2,0 m. La berge droite est formée par le talus rocheux. Un mur maçonné en pierres de taille ou bétonné selon les secteurs constitue la berge gauche. Sur ce tronçon, le canal présente deux singularités :

- Un passage en balcon dans la roche (PK 200 à PK 400). Sur ce tronçon, de nombreuses chutes de pierres ont comblé le canal et ont dégradé le bajoyer coté cours d'eau.
- Un ouvrage d'art permettant le franchissement d'un talweg (PK800).

² Relevé topographique réalisé en 2016.

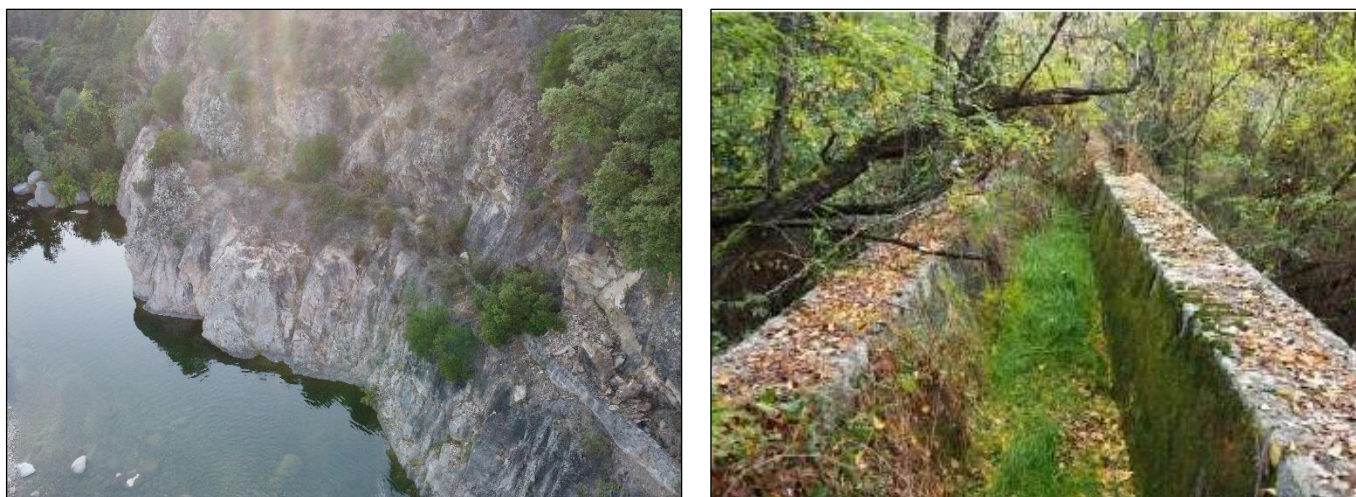


Figure 6 : *Vue du passage en balcon (à gauche) et de la traversée de talweg (à droite)*

Le canal présente des désordres structurels liés à l'absence d'entretien :

- Comblement par des blocs rocheux sur le tronçon en balcon,
- Dégradation du voile gauche sur la quasi-totalité du linéaire en lien avec la chute de pierres, présence de végétation, vieillissement des bétons,
- Affaissement des talus en rive droite,
- Engrèvement et végétalisation du fond.

Le premier kilomètre de canal depuis la prise d'eau n'est accessible par des engins que depuis la prise d'eau (carrière). Une piste privée existante permet un accès au canal au PK 1,35. Cet accès n'est en l'état praticable que par des véhicules légers ou des engins agricoles.

2.6. Situation administrative et foncière

Le barrage et le canal de la Gravona appartiennent à la commune d'Ajaccio³.

Selon le décret impérial du 31/12/1862, les usages du canal sont essentiellement l'alimentation en eau de la ville d'Ajaccio (62 %) et accessoirement l'irrigation des terrains traversés (38 %). En revanche, aucun règlement d'eau n'a été retrouvé dans les documents communiqués par le porteur de projet.

Considérant l'absence de mise en jeu des usages depuis plusieurs années, des travaux sur les ouvrages, une remise en eau ou un changement d'usage seraient soumis aux articles L214-1 à 6 du code de l'environnement.

³ Décision du 13 mai 1878 acceptée par délibération du 17 février 1879.

3. Hydrologie au droit du site

3.1. Caractéristiques du bassin versant

La Gravona est un cours d'eau de la Corse du Sud prenant sa source sur le versant ouest du massif du mont Renoso à une altitude maximale de 2 352 m. Elle s'écoule sur un linéaire de 47 km sur le territoire de 11 communes et reçoit les apports de 33 affluents avant de se jeter en rive droite du fleuve Prunelli dans le golfe d'Ajaccio. Le bassin versant topographique complet de la Gravona s'étend sur 318 km².

Au niveau du barrage Napoléon, le bassin versant topographique intercepté est de 202 km². Il est présenté en figure suivante.



Figure 7: Vue du bassin versant topographique intercepté au barrage Napoléon

3.2. Stations hydrométriques

La Gravona est équipée de deux stations hydrométriques situées au niveau du seuil Napoléon :

- La station « La Gravona à Péri-Seuil Napoléon » (code Y830 0001 02) située au niveau du seuil Napoléon est exploitée par la DREAL Corse. Elle a pour seul objet la mesure des hautes eaux (crues). Cette station ne présente pas d'intérêt pour la détermination de l'hydrologie.

- La station « La Gravona à Péri » (code Y830 0001 01) située dans la retenue du seuil Napoléon est exploitée par la DREAL Corse. Elle présente une chronique de débits moyens journaliers depuis 1999 jusqu'à aujourd'hui, soit sur 28 ans. Les données validées sont qualifiées de « bonnes » par le producteur. La qualité des mesures est jugée bonne pour les basses et les moyennes eaux.

Selon la fiche d'identité de la station, la superficie de bassin versant intercepté au niveau de la station est de 201 km² ce qui correspond à la mesure à l'analyse faite en partie 3.1. Les données hydrologiques enregistrées au niveau de la station peuvent donc être considérées comme représentatives de celles du site d'étude.

3.3. Caractérisation de l'hydrologie

La chronique de mesure de débit par la station de la Gravona à Péri est de 28 ans. Dans un objectif de représentativité des données, les valeurs statistiques présentées dans la présente partie sont réalisées à partir des enregistrements de la chronique 1999-2022 sur laquelle les mesures ont été effectuées sur des années complètes.

Tableau 1 : Débits moyens mensuels au seuil Napoléon (m³/s) (1999 – 2022)

Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Module
7,91	7,44	6,69	6,06	5,00	2,16	0,57	0,36	0,98	2,26	7,33	9,25	4,65

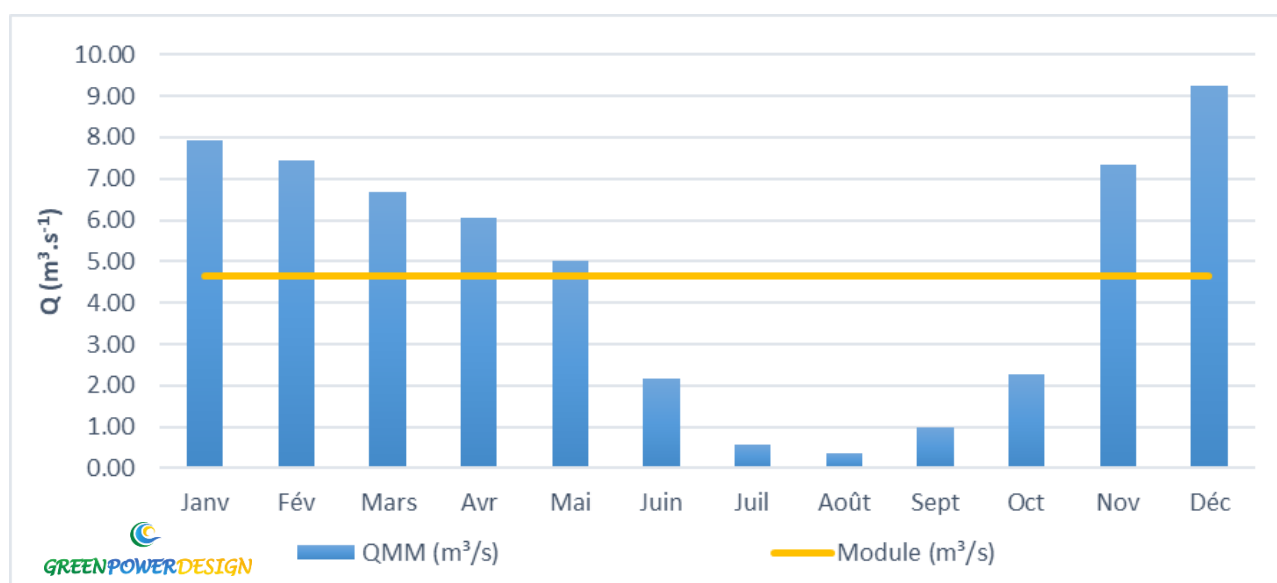


Figure 8 : Histogramme des débits moyen mensuels au seuil Napoléon (1999-2022)

Tableau 2 : Débits classés au seuil Napoléon (m^3/s) (1999 – 2022)

Fréquence	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Débit dépassé	0.04	0.26	0.46	0.84	1.43	2.16	3.09	4.47	6.53	10.50	185.00

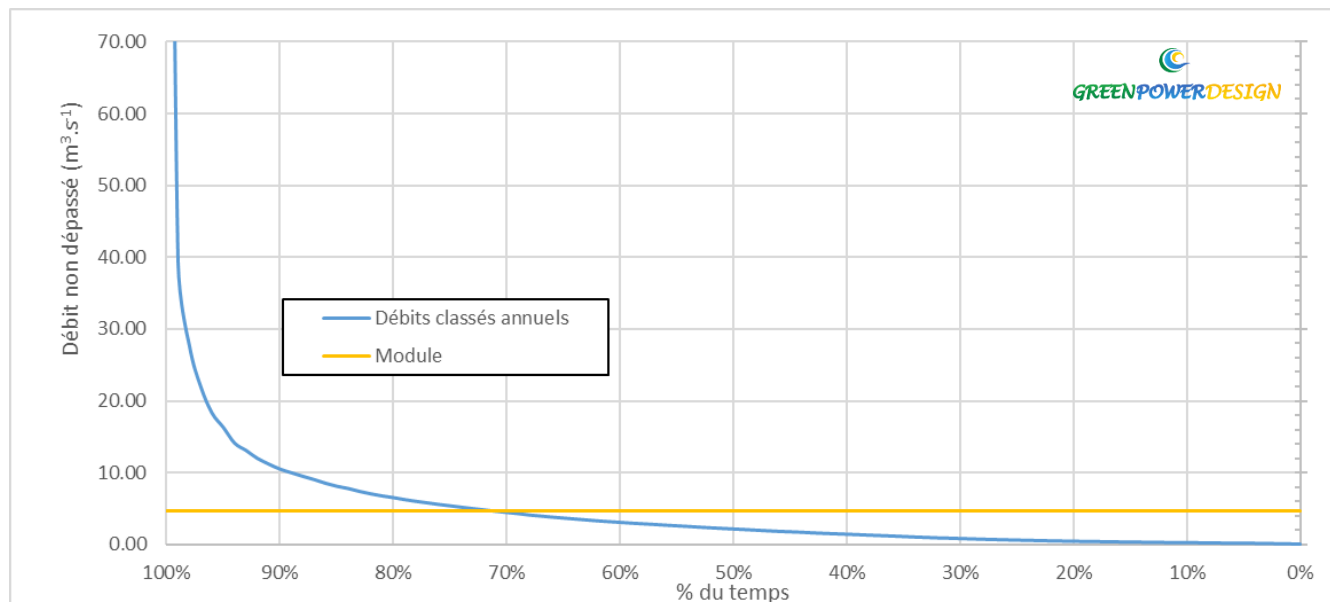


Figure 9 : Courbe des débits classés au seuil Napoléon (m^3/s) (1999 – 2022)

Les débits d'étiage, présentés dans le tableau suivant, sont obtenus d'après un modèle pluie-débit réalisé sur le bassin versant de la Gravona (exutoire au niveau du seuil Napoléon) :

Tableau 3 : Débits d'étiage de la Gravona au seuil Napoléon selon la méthode LOIEAU (1970-2017)

	VCN3 biennal	VCN10 biennal	QMNA5
Débit (m^3/s)	0,166	0,174	0,162
Borne inférieure de l'IC (m^3/s)	0,119	0,125	0,116
Borne supérieure de l'IC (m^3/s)	0,264	0,277	0,255

Les débits caractéristiques de crue sont détaillés dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Débits caractéristiques de crue de la Gravona au seuil Napoléon

	Instantané	Journalier
Crue biennale	206 m^3/s	78 m^3/s
Crue quinquennale	312 m^3/s	113 m^3/s
Crue décennale	382 m^3/s	137 m^3/s
Crue vicennale	449 m^3/s	160 m^3/s
Crue cinquantennale	--	189 m^3/s

3.4. Évolution de l'hydrologie

Afin de déterminer l'évolution de l'hydrologie moyenne sur la chronique 1999-2022, la valeur de module moyen annuel a été suivie.

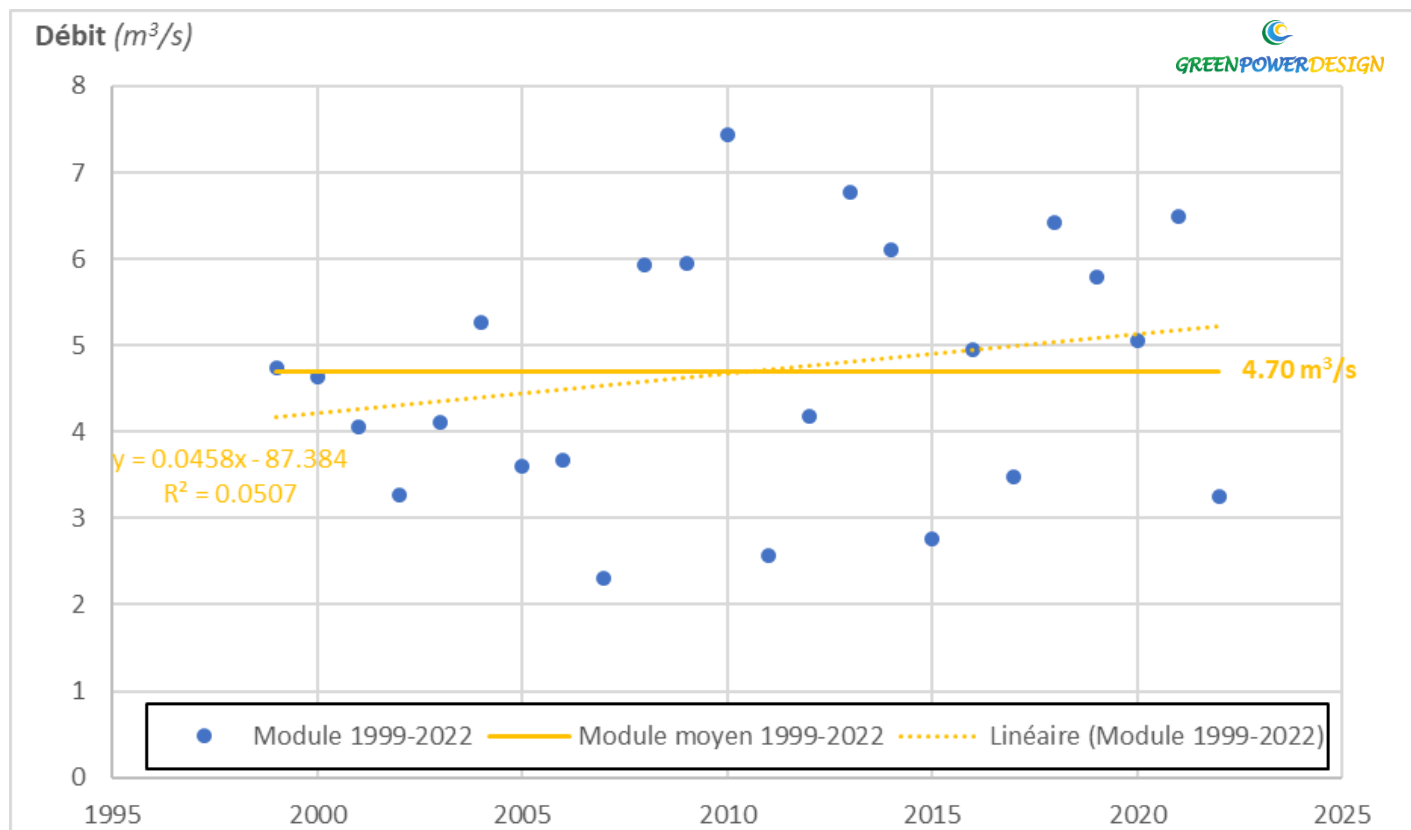


Figure 10 : Evolution du débit moyen annuel au seuil Napoléon (m^3/s) (1999 – 2022)

La courbe de tendance des modules moyens annuels présente une pente positive, illustrant une augmentation de l'hydrologie moyenne annuelle depuis 1999. Cette courbe présente un coefficient directeur jugé faible (0,046) et un coefficient de corrélation (R^2) moyen (0,51). **Aussi, afin de travailler à partir d'hypothèse conservatrice vis-à-vis du productible potentiel, il est retenu de ne pas tenir compte de cette tendance haussière. Le calcul du productible s'effectuera donc à partir des données hydrologiques sans traitement statistique.**

Comme observé sur le graphique précédent, l'écart type par rapport au module est de $1,44 m^3/s$ soit 31 % de la valeur du module. Cet écart type élevé est caractéristique des cours d'eau présentant un régime de type pluvial méridional.

Par ailleurs, la tendance évolutive de ces cours d'eau est de présenter des périodes d'étiage de plus en plus sévères et prolongées et des épisodes de crues de plus en plus fréquents et intenses. Ces caractéristiques hydrologiques sont de nature à réduire le productible des aménagements hydroélectriques en raison de périodes d'arrêts plus longues et plus fréquentes (non atteinte des débits d'armement en étiage et dépassement des niveaux d'arrêt en crue).

4. Enjeux environnementaux

4.1. Qualité de l'eau

Le linéaire de cours d'eau comprenant le seuil Napoléon et le linéaire susceptible d'accueillir le projet de PCH est situé au sein de la zone hydrographique FRER38 : « La Gravona du ruisseau des Moulins au Prunelli ».

Selon les nouvelles règles de classification de l'état des masses d'eau instaurées par le SDAGE 2022-2027, l'état de la masse d'eau FRER38 a été déclassé de « Bon » à « Moyen » en raison du paramètre « invertébré ». L'objectif d'atteinte du bon état a été reporté à 2027 par le Plan de Gestion Durable du SAGE Gravona Prunelli adopté par la Commission Locale de l'Eau le 7 décembre 2021.

Par ailleurs, en application du SDAGE 2022-2027, la masse d'eau FRER38 est définie comme prioritaire en matière de restauration de l'hydromorphologie. Des opérations de restauration et d'entretien sont mises en place dans le cadre du Programme Pluriannuel de Restauration et d'Entretien (PPRE) afin de :

- Restaurer de l'hydromorphologie du lit, des berges et des habitats aquatiques ;
- Assurer le bon écoulement des eaux par la gestion des dépôts et embâcles ;
- Assurer le maintien et/ou la restauration d'une ripisylve fonctionnelle ;
- Restaurer, reconnecter et entretenir les annexes fluviales ;
- Préserver l'espace de bon fonctionnement des cours d'eau ;
- Restaurer la continuité écologique des cours d'eau ;
- Limiter, lorsque cela est nécessaire, la divagation des animaux d'élevage à proximité des cours d'eau

4.2. Zonages pour la protection de l'environnement

La zone d'influence du projet en phase d'exploitation n'est située dans aucune des zones définies pour la protection de l'environnement.

Les zones les plus proches sont :

- ZNIEFF de type 1 : Massif de Sant'Eliseo située à 2 km au nord,
- ZNIEFF de type 1 : Monte Falconaccia située à 4 km à l'est,
- Parc régional Corse situé à l'amont de la retenue du seuil Napoléon.

Ces zones devront faire l'objet d'une attention particulière lors des éventuels héliportages envisagés en phase travaux.

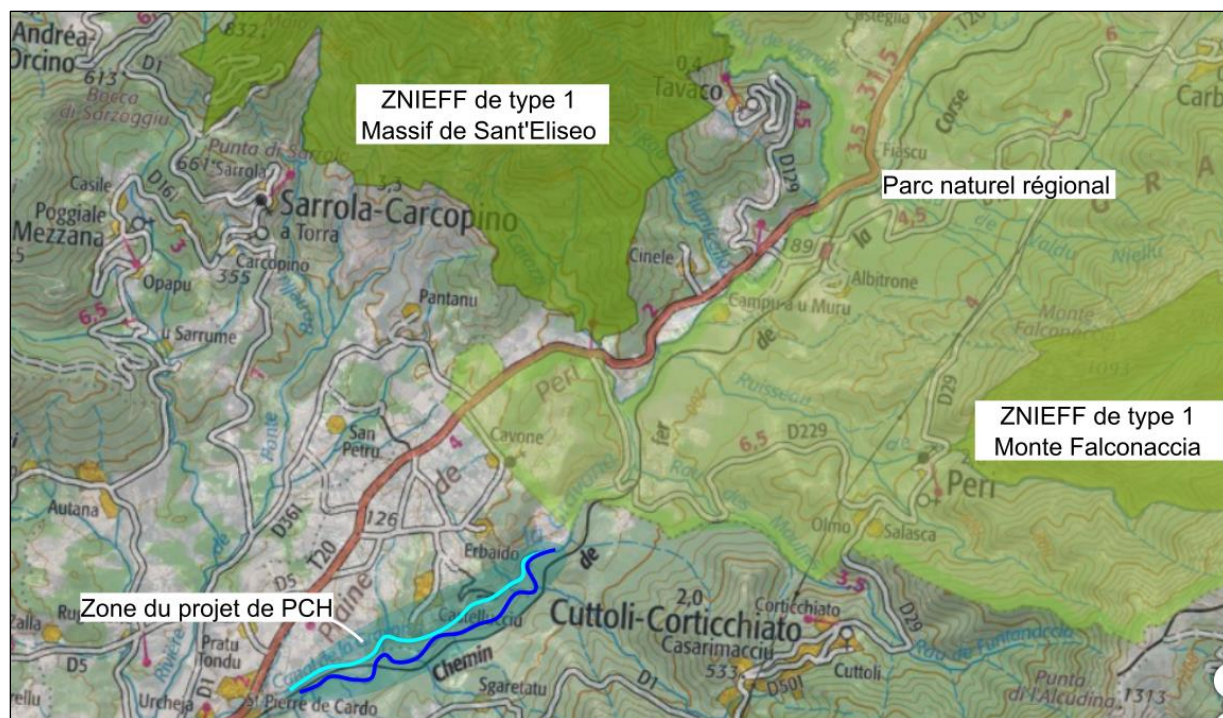


Figure 11 : Zonages pour la protection de l'environnement

4.3. Enjeux piscicoles

Le cours d'eau n'est ni classé en liste 1 ni en liste 2 au titre du L214-17 du code de l'environnement. Ce tronçon de cours d'eau n'est donc pas concerné par des prescriptions particulières relatives à la continuité écologique.

En revanche, la Gravona est classée en première catégorie piscicole.

4.3.1. Peuplement

Selon l'étude préalable à l'entretien, la restauration et la mise en valeur de la Basse Gravona et de ses principaux affluents (Cereg Territoires – Endemys, 2013), les espèces présentes dans le cours d'eau sont :

- l'anguille,
- la blennie fluviatile
- la truite fario,
- le chevaine,
- la gambusie,
- le gardon,
- le goujon,
- la perche,
- le silure glane.

Les populations piscicoles sont inventoriées par l'ONEMA depuis 2005 au droit de deux stations de suivi. Un seul inventaire piscicole a été réalisé en 2005 au niveau de la station de Cuttoli-Corticchiato (à l'aval du site d'étude). Les espèces recensées sont : l'anguille d'Europe, la blennie, le chevaine, la gambusie, le gardon, le goujon, la perche, le silure glane avec une **prédominance en effectif et en masse brute de l'anguille d'Europe et du chevaine**

5. Scénarii d'aménagement d'une PCH

5.1. Méthode d'identification des sites énergétiquement pertinents

5.1.1. Point de prise d'eau

D'un point de vue réglementaire, le tronçon de cours d'eau sur lequel est installé le seuil Napoléon n'est pas classé au titre de l'article L.214-17 du code de l'environnement. En revanche, le SDAGE 2022-2027 classe ce tronçon comme étant prioritaire en matière de restauration de l'hydromorphologie, laquelle comprend la restauration de la continuité écologique.

Par ailleurs, la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) prévoit de privilégier l'optimisation des sites existants et l'équipement d'obstacles existants et plutôt que la création de nouveaux.

En conséquence, dans le cadre du projet de PCH, il est prévu d'utiliser le seuil Napoléon comme ouvrage de prise d'eau. Ainsi, tous les scénarios étudiés dans la présente étude auront comme point de prise d'eau le seuil existant.

5.1.2. Type d'installation

5.1.2.1. Type de turbinage

Comme détaillé précédemment, le seuil Napoléon constituera l'ouvrage de retenue de l'ensemble des scénarios d'étude. Le volume⁴ de la retenue qu'il génère à l'amont est de l'ordre de 10 000 m³.

Par ailleurs, dans l'hypothèse d'un scénario visant à exploiter le maximum de hauteur de chute entre le point de prise et le point de restitution potentiel le plus aval (cf. partie 5.1.3), la chute resterait limitée à 50 m environ.

Considérant ce faible volume de stockage et la chute maximale disponible sur ce site, un scénario d'aménagement fonctionnant par éclusée n'apparaît pas comme énergétiquement pertinent. Dès lors, tous les scénarios étudiés présenteront un fonctionnement de type « au fil de l'eau ». Selon ce mode de fonctionnement, le débit turbiné est limité au débit du cours d'eau ôté du débit réservé. Dans le cadre d'une exploitation normale, ce mode de fonctionnement évite les variations de débits à l'aval du point de restitution. En ce sens, il est moins impactant pour le milieu aquatique.

5.1.2.2. Type de dérivation

Une installation hydroélectrique fonctionnant au fil de l'eau peut exploiter :

- **Uniquement la chute générée par le barrage** de prise d'eau et restituer à l'aval immédiat de celui-ci. On parle alors d'une centrale hydroélectrique de « pied de barrage ». Ce type d'installation restitue en tout temps la totalité du débit entrant au pied de barrage sans court-circuiter le cours d'eau. Il ne nécessite donc pas la mise en place d'un débit réservé ce qui permet de maximiser le débit disponible pour le turbinage. En phase d'exploitation, l'absence de tronçon court-circuité soumis à débit réservé permet de limiter l'impact sur le milieu à celui lié à la présence du barrage (montaison) et au turbinage (dévalaison). En

⁴ Considérant une longueur de 230 m, une largeur moyenne de 25 m et une profondeur moyenne de 2 m.

contrepartie, la chute exploitable est limitée et peut varier en fonction de l'hydrologie du cours d'eau. On observe généralement un phénomène d'effacement de chute avec l'augmentation du débit ce qui entraîne une diminution de la puissance disponible.

- **Le différentiel d'altimétrie entre le barrage de prise d'eau et le cours d'eau à distance du barrage.** On parle alors d'une centrale hydroélectrique en « dérivation ». Ce type d'installation génère un tronçon court-circuité (TCC) soumis à débit réservé. Celui-ci diminue le productible disponible pour le turbinage. En phase exploitation, s'ajoute aux impacts sur le franchissement l'impact de la réduction du débit dans le TCC. En contrepartie, les variations de chute disponible en fonction de l'hydrologie sont faibles à négligeables au regard de la chute totale.

Dans le cadre de la présente étude, ces deux modalités de restitution ont été analysées au travers de scénarios distincts.

5.1.3. Points de restitution

En considérant un point de prise d'eau commun à l'ensemble des scénarios d'étude (seuil Napoléon), plusieurs scénarios d'aménagements ont été définis selon le site de turbinage retenu et le point de restitution. La limite aval de la zone d'étude est située au niveau de la traversée du ravin de la Mellela soit à une distance hydrographique d'environ 2,6 km du barrage. Le choix de cette borne aval est multifactoriel : pente du cours d'eau faible au voisinage de cette zone (faible intérêt énergétique), traversée du ravin par un ouvrage d'amenée techniquement complexe (cout élevé) et morphologie du cours d'eau de type tresse (impact d'une soumission à débit réservé important).

L'implantation du point de restitution influence directement la hauteur de chute brute, le linéaire de tronçon court-circuité et le linéaire d'ouvrage d'amenée à aménager. Dans le cadre le présente étude les paramètres pris en comptes par ordre de priorité pour la détermination des points de restitution pertinents sont les suivants :

- 1) Recherche du **meilleur compromis entre linéaire d'ouvrage d'amenée et hauteur de chute brute**. Ce critère permet d'optimiser le ratio entre investissement et productible. En considérant la pente homogène et quasi nulle du canal de la Gravona et le tracé du canal similaire à celui du cours d'eau, le seul paramètre influençant le choix de points d'intérêts selon le ratio linéaire d'amenée / hauteur de chute est le profil en long du cours d'eau. Selon cette approche, 3 points d'intérêts ont pu être identifiés :

Tableau 5 : Points d'intérêts identifiés sur la base du profil en long de la Gravona sur le linéaire d'étude

	Linéaire d'ouvrage d'amenée	Hauteur de chute brute	Ratio longueur amenée / Hb
Point d'intérêt 1 <i>Barrage</i>	--	4,50 m	--
Point d'intérêt 2	780 m	18,40 m	42
Point d'intérêt 3	1 320 m	29,1 m	45
Projet 2016	2 000 m	36,7 m	54

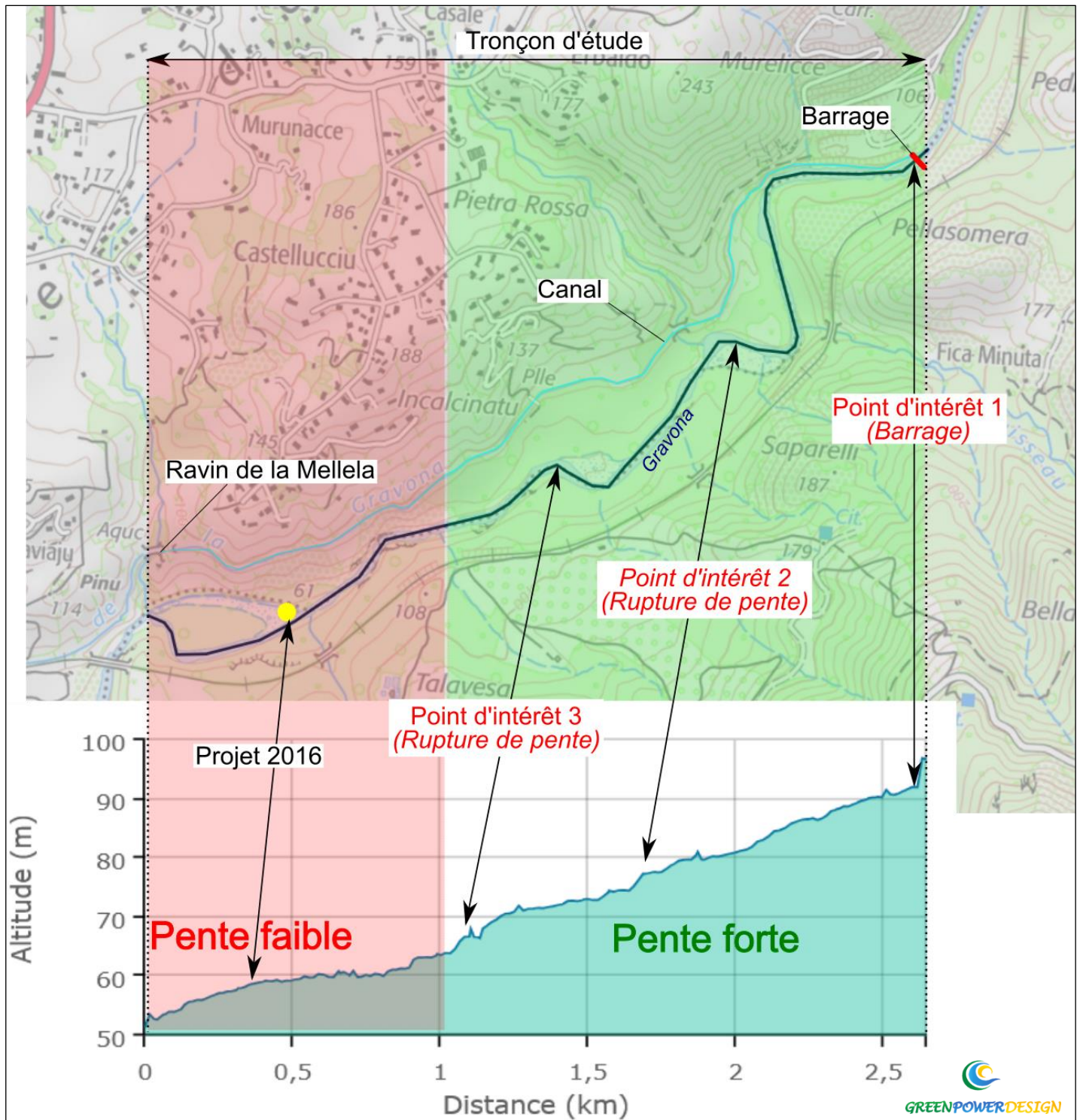


Figure 12 : Points d'intérêts de restitution selon le profil en long du cours d'eau

2) Recherche d'un point de restitution **accessible par des engins** en phase travaux / exploitation. Ce critère technique permet de limiter les travaux de terrassement et de voirie entre le réseau viaire existant et l'usine projetée. L'analyse des zones d'intérêts selon ce critère s'effectue en considérant les paramètres suivants :

- Proximité au réseau viaire existant,
- Nécessité de créer des ouvrages d'art (pont),
- Pente du terrain naturel entre les voiries existantes et le point de restitution,
- Linéaire de piste à aménager.

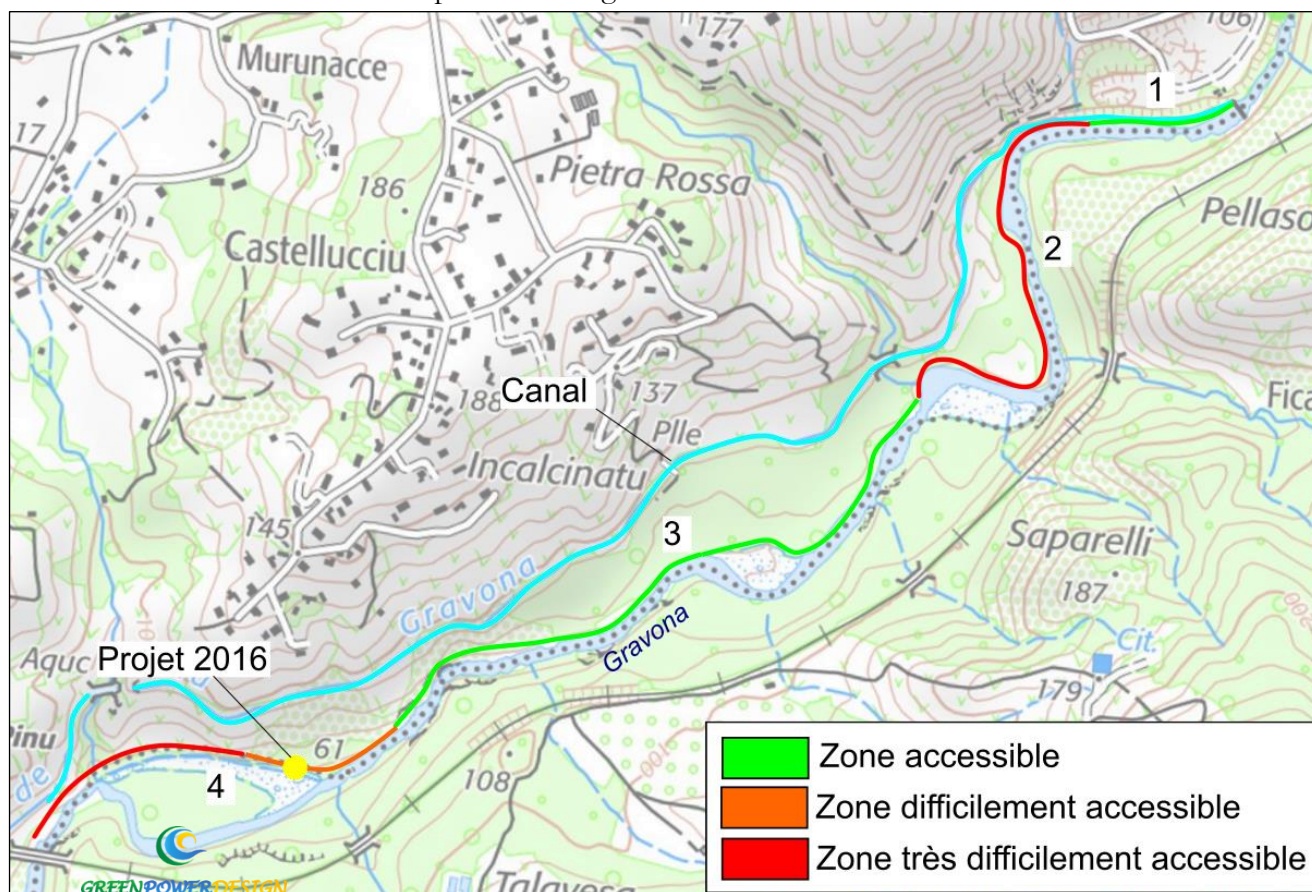


Figure 13 : Niveau d'accessibilité des zones de restitution sur la zone d'implantation du projet

Un premier linéaire de 200 m (1) est accessible depuis la rive droite par la carrière existante. Ce linéaire présente néanmoins un intérêt limité dans la mesure où il offre un gain de chute limité par rapport à l'équipement au barrage.

Plus en aval, un linéaire d'environ 700 m (2) est très difficilement accessible en raison du passage en balcon sur une berge quasi verticale et d'une distance au réseau viaire existant importante. De plus, la réalisation d'une piste d'accès s'avérerait difficile techniquement en raison d'un terrain naturel particulièrement abrupt et la nécessité de traverser un rec. Ce tronçon comprend à son extrémité aval le point d'intérêt n°2 identifié en Figure 12. En conséquence, ce point d'intérêt n°2 sera écarté de l'analyse.

En partie intermédiaire du tronçon d'étude, un linéaire d'environ 1 km (3) est facilement accessible. Il comprend le point d'intérêt n°3 identifié en Figure 12.

Enfin, la partie terminale aval du tronçon d'étude (4) est difficilement à très difficilement accessible en lien avec une pente importante du terrain naturel en rive droite. Par ailleurs, cette zone est située dans la partie du tronçon d'étude où la Gravona présente une pente plus faible (cf. Figure 12). Elle présente donc un intérêt limité mais sera conservée dans la présente analyse car elle comprend le projet de PCH étudié en 2016 par le bureau d'étude ARTELIA.

- 3) Recherche d'un point de restitution présentant une **dénivellation limitée entre le miroir et le haut de berge**. La roche mère étant affleurante sur la berge droite, ce critère a pour objet de limiter les travaux de terrassement par déroctage au droit de l'usine afin d'implanter le groupe de production et réaliser le canal de fuite. Les biefs de type gorge et les zones où la berge droite est verticale (observé au niveau des mouilles de concavité) sont donc écartés de l'analyse.

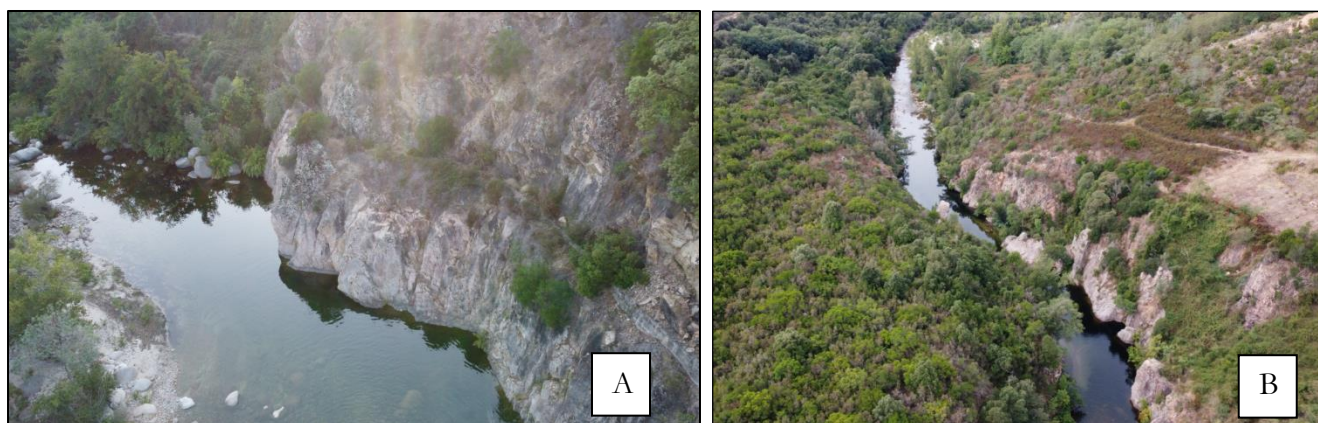


Figure 14 : *Vue des biefs écartés de l'analyse en raison du profil de berge*

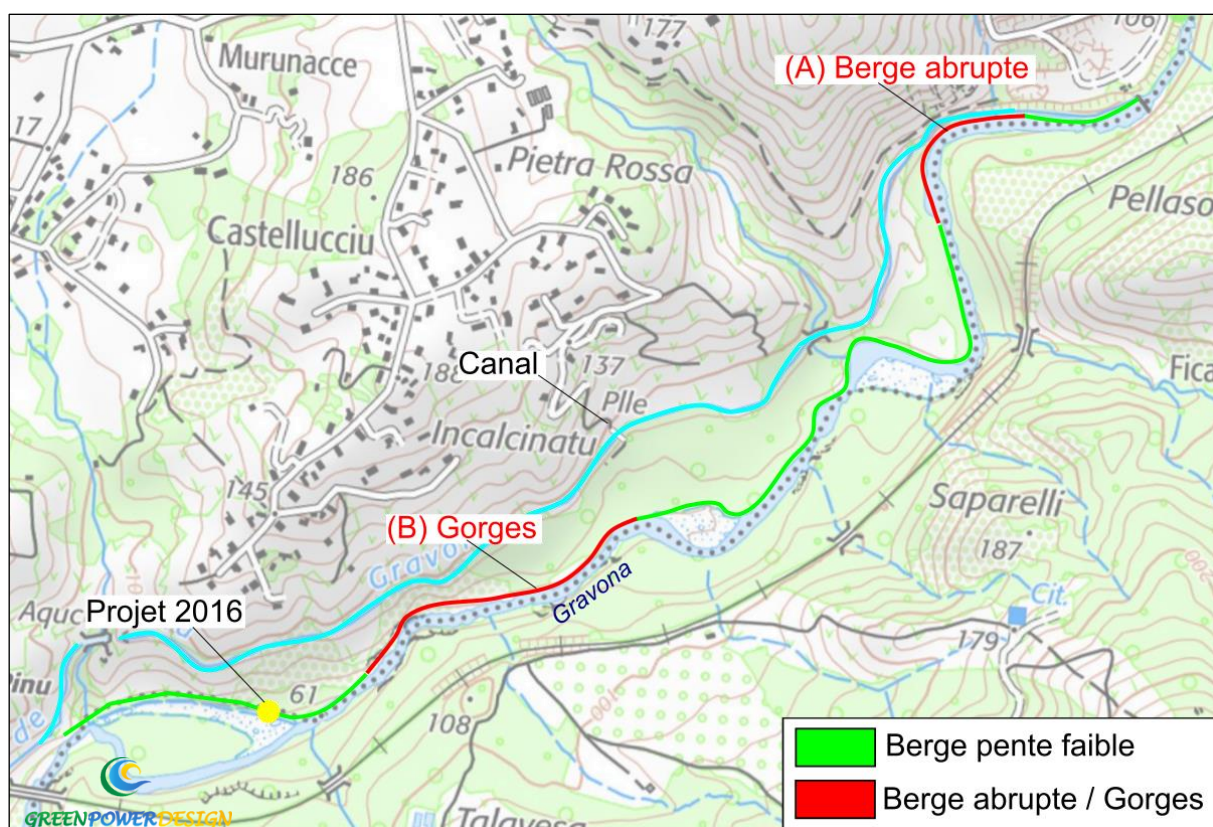


Figure 15 : *Caractérisation du profil de la berge droite sur la zone d'implantation du projet*

- 4) **Éviter de court-circuiter des tronçons susceptibles présenter un débit minimum biologique supérieur à la moyenne du TCC.** Les zones caractérisées par une morphologie de type tresse ou un élargissement localisé du lit mouillé seront plus sensibles à une variation de débit à la baisse que les autres biefs. Sur ce type de bief, une diminution du débit accentue entre autres les phénomènes :
- de fragmentation des habitats,
 - de rupture de la continuité hydraulique entre les berges et le lit mouillé,
 - d'assèchement/dégradation des conditions hydromorphodynamiques des zones de reproduction.

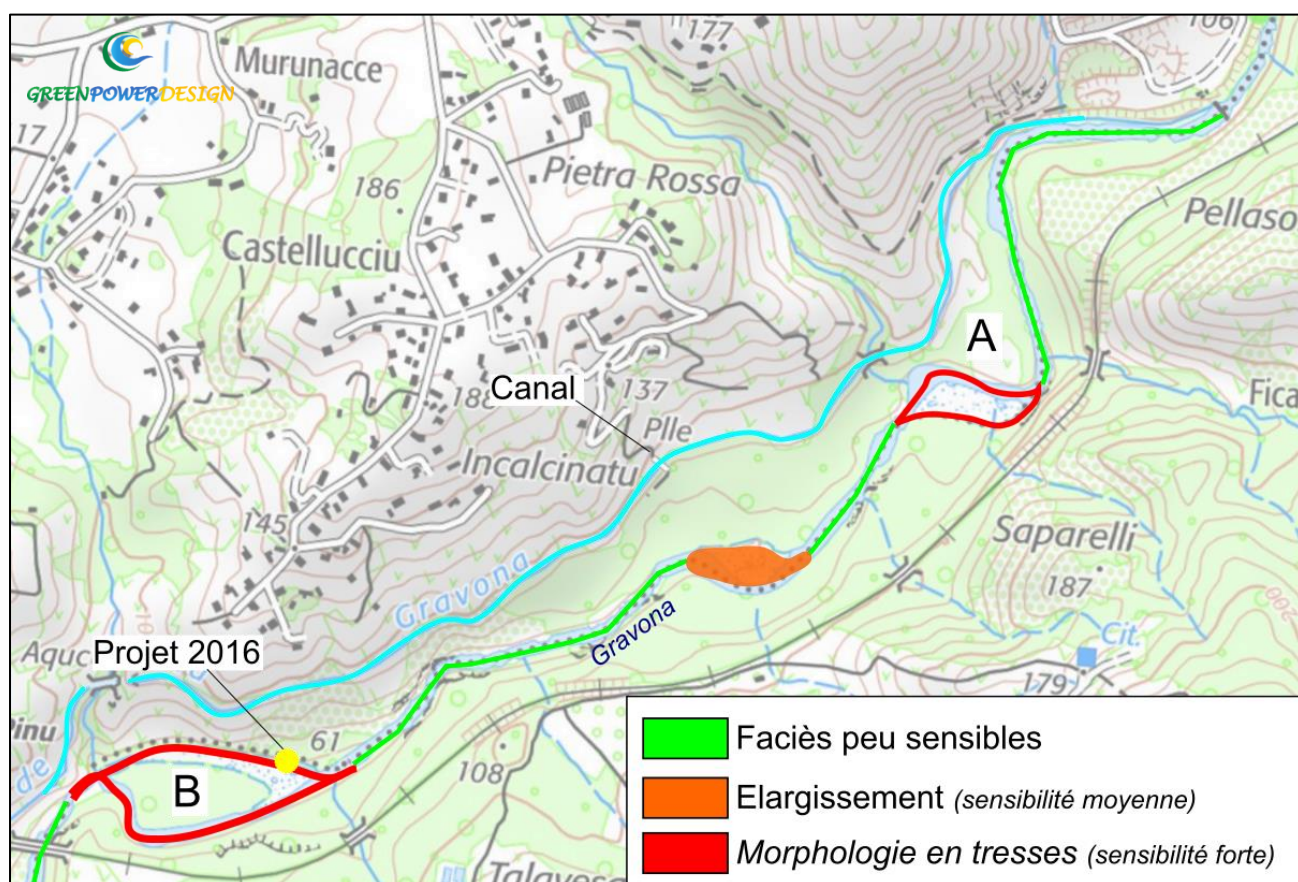


Figure 16 : Niveau de sensibilité à une diminution de débit dans le cadre d'une soumission à débit réservé

Deux zones présentant une morphologie en tresses ont été identifiées sur le tronçon d'étude. Néanmoins, lors des observations de terrain en condition d'étiage, la totalité du débit de la Gravona transitait par un seul des deux bras. Le deuxième bras n'est mis en eau qu'à partir d'une hydrologie moyenne à soutenue. Aussi, il est probable que ces deux zones ne présentent pas une sensibilité à une soumission à débit réservé plus importante que le reste du tronçon d'étude.

Par ailleurs, le premier facies en tresses est observé au sein du linéaire amont de cours d'eau sur lequel la rive droite est inaccessible. En conséquence, un scénario de turbinage en dérivation imposera de soumettre à débit réservé cette zone en tresses.

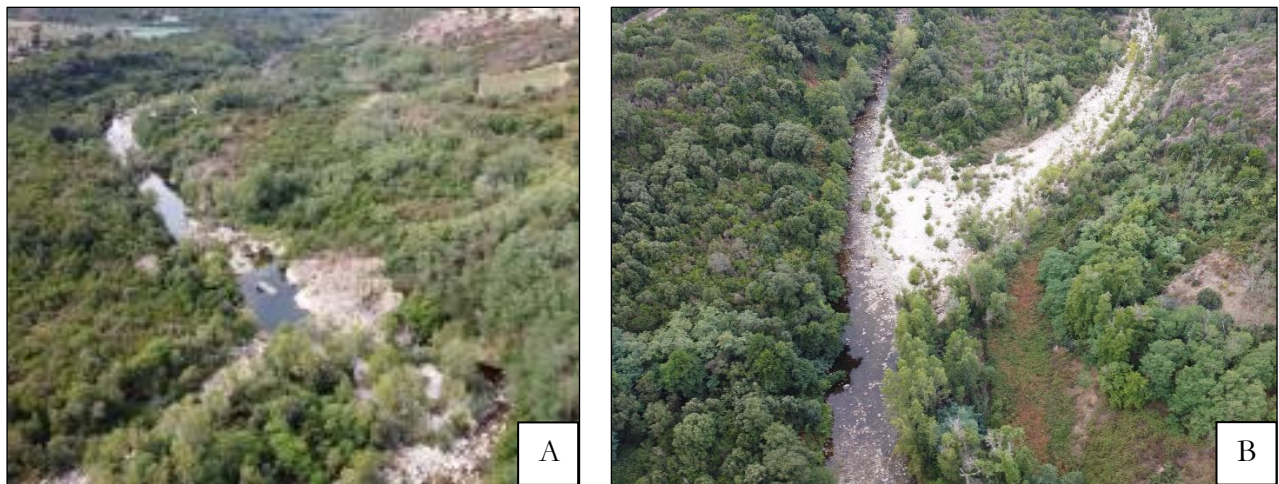


Figure 17 : Vue des zones présentant une morphologie de type tresse

Une étude de débit minimum biologique sera nécessaire afin de déterminer la valeur de débit réservé qui sera finalement retenue. Elle sera réalisée dans le cadre de l'étude d'impact constitutive du dossier de demande d'autorisation environnementale unique.

Observation :

- Les critères d'analyse ayant permis de déterminer le point de restitution et par voie de conséquence de définir les différents scénarios d'aménagement sont de nature technique, énergétique et environnementale. Le critère économique lié à la valorisation de l'énergie produite ne participe pas de la définition des scénarios. Dans un contexte de profonde modification du cadre tarifaire afférent à l'hydroélectricité, ce choix permet de construire et d'analyser des scénarios pertinents indépendamment des modalités de valorisation.

5.2. Identification des scénarios d'aménagement

L'ensemble des critères définis en partie 5.1 ont été analysés et croisés afin de définir les scénarios d'aménagement de PCH pertinents. Ainsi, en considérant comme point de prise d'eau commun à l'ensemble des scénarios le seuil Napoléon et la mise à profit du tracé du canal existant pour réaliser le transfert de l'eau dérivée vers les sites de turbinage potentiels, 4 scénarios pertinents ont été définis avec comme principale variable le point de restitution :

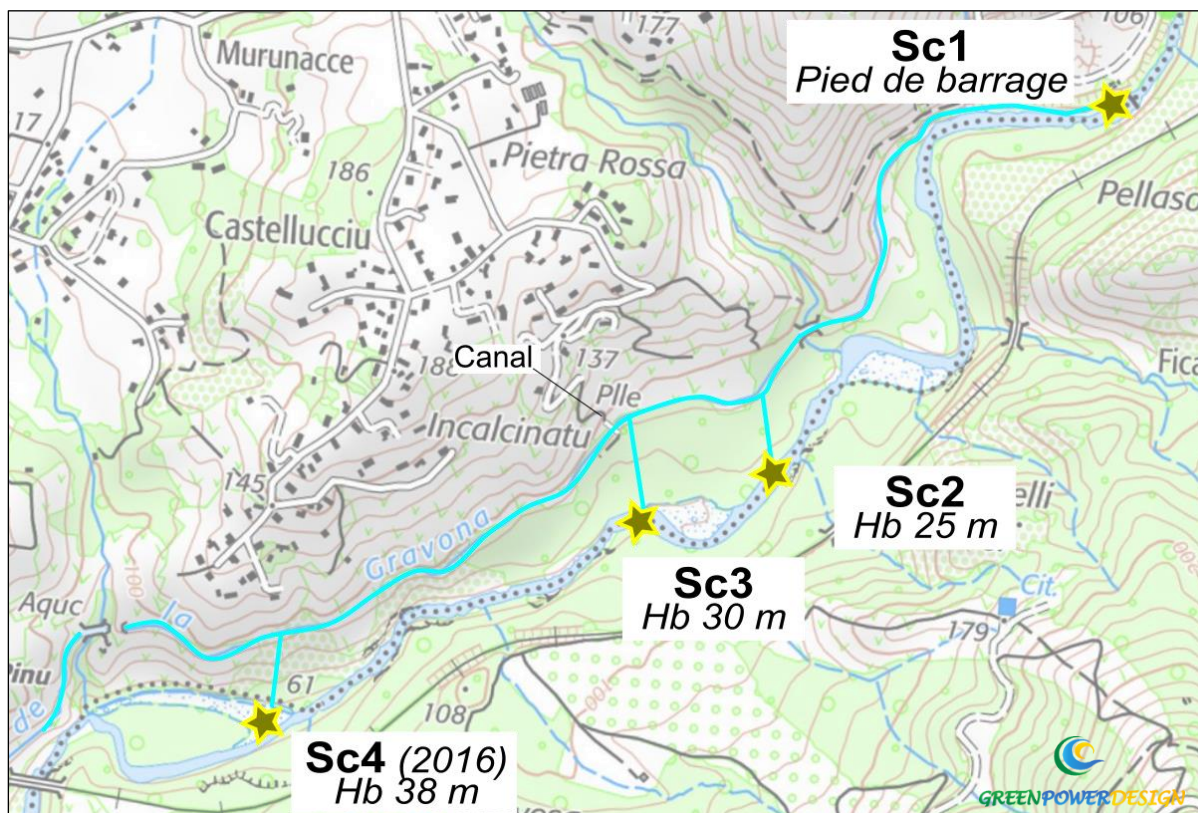


Figure 18 : Localisation des points de turbinage (usines) retenus

- Scénario 1 : Le turbinage s'effectue directement en pied de barrage sans dérivation.
- Scénario 2 : Le point de restitution est situé à l'aval immédiat du point d'intérêt n°2 identifié en Figure 12. Ce décalage vers l'aval est motivé par la volonté d'implanter l'usine et le point de restitution dans un secteur accessible (Figure 13). Afin de maximiser le ratio linéaire d'ouvrage d'amenée/hauteur de chute ainsi que le productible, le point de restitution a été implanté à l'aval immédiat d'un faciès de type rapide générant une chute naturelle.
- Scénario 3 : Le point de turbinage est situé à l'amont immédiat du point d'intérêt n°3 identifié en Figure 12. La rupture de pente ayant justifié l'identification de ce point d'intérêt est située au sein d'un tronçon de type gorges. Ce décalage vers l'amont permet une implantation de l'usine et de la restitution dans une zone accessible en amont de ces gorges.

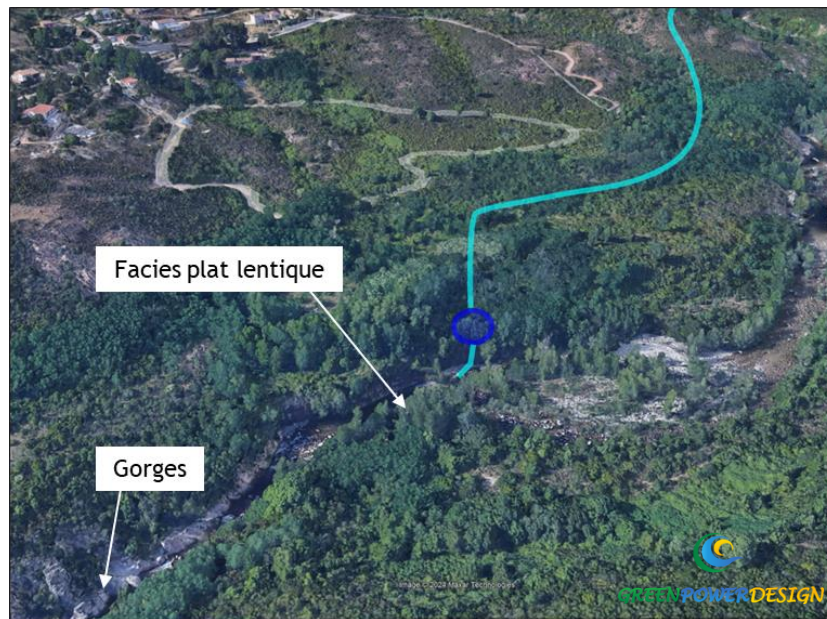


Figure 19 : Vue aérienne de la zone d'implantation de la PCH selon le scénario 3

➤ Scénario 4 : Il s'agit du projet de PCH étudié en 2016. Ce projet prévoyait une rénovation du canal afin d'assurer le transit de l'eau dérivée selon un écoulement à surface libre. Afin de préserver la chute disponible, l'usine était implantée à l'amont immédiat du ravin de la Mellela, secteur où le canal présente une chute existante. Le point de restitution s'effectuait à l'amont du tronçon en tresses de la Gravona afin de limiter l'impact environnemental.

5.3. Tronc commun à l'ensemble des scénarios

5.3.1. Barrage

Le seuil Napoléon constituera l'ouvrage de dérivation commun à l'ensemble des scénarios. Aucun diagnostic géotechnique ou structural n'a été réalisé sur l'ouvrage. Par ailleurs, le niveau aval ne permet pas d'observer le pied de l'ouvrage. Dans le cadre des études de projet (PRO) à venir, des investigations complémentaires devront être réalisées afin de vérifier l'état de l'ouvrage, définir précisément les travaux de rénovation à envisager et éventuellement de confortement.

En première approche il est considéré que :

- Le parement aval devra être rénové. Les blocs manquants seront remplacés et des enrochements bétonnés seront installés dans les éventuels affouillement de pied de barrage (fosse de dissipation).
- La cote de sa crête définira l'altimétrie de référence de la prise d'eau et devra être arasée de façon homogène. Cette homogénéité sera nécessaire afin de garantir la bonne répartition des débits au barrage et permettre une régulation de la cote de plan d'eau.
Historiquement, la crête était constituée de blocs en pierre de taille. Afin d'éviter un vieillissement prématuré des joints entre les blocs et pérenniser l'homogénéité de l'arrase, il est envisagé de réaliser une longrine en béton armée.



***Figure 20 : Vue d'une crête de barrage réalisée avec une longrine en béton armée sur un seuil en pierres existant
(Etudes GPDesign)***

- Le parement amont sera repris par gunitage. Une bêche d'ancrage sera réalisée à l'amont afin de d'éviter un phénomène d'affouillement et améliorer l'étanchéité de l'ouvrage.
En cas de désordre structural majeur, une coque en béton armé ancrée dans le substratum pourra être envisagée à l'amont et à l'aval. Cette méthode constructive devra faire l'objet d'un chiffrage dédié.

Comme détaillé dans la suite du document, en fonction des scénarios d'étude, une rehausse de l'ouvrage devra nécessairement être réalisée afin d'accroître la hauteur de chute et/ou de permettre la mise en charge de l'ouvrage d'amenée.

L'étude de faisabilité réalisée en 2016 avait conclu à l'acceptabilité d'une rehausse de la crête du barrage de 1,50 m par rapport à l'état actuel. Cette valeur maximale de rehausse a été reprise dans la définition des scénarios développés par la présente étude.

Une analyse du profil en long du cours d'eau a permis d'évaluer le linéaire de Gravona impacté par la rehausse à l'amont de la retenue actuelle. **Il apparaît qu'une rehausse de 1,50 m de la crête du barrage génèrerait un décalage vers l'amont de la queue de retenue d'environ 80 m.**

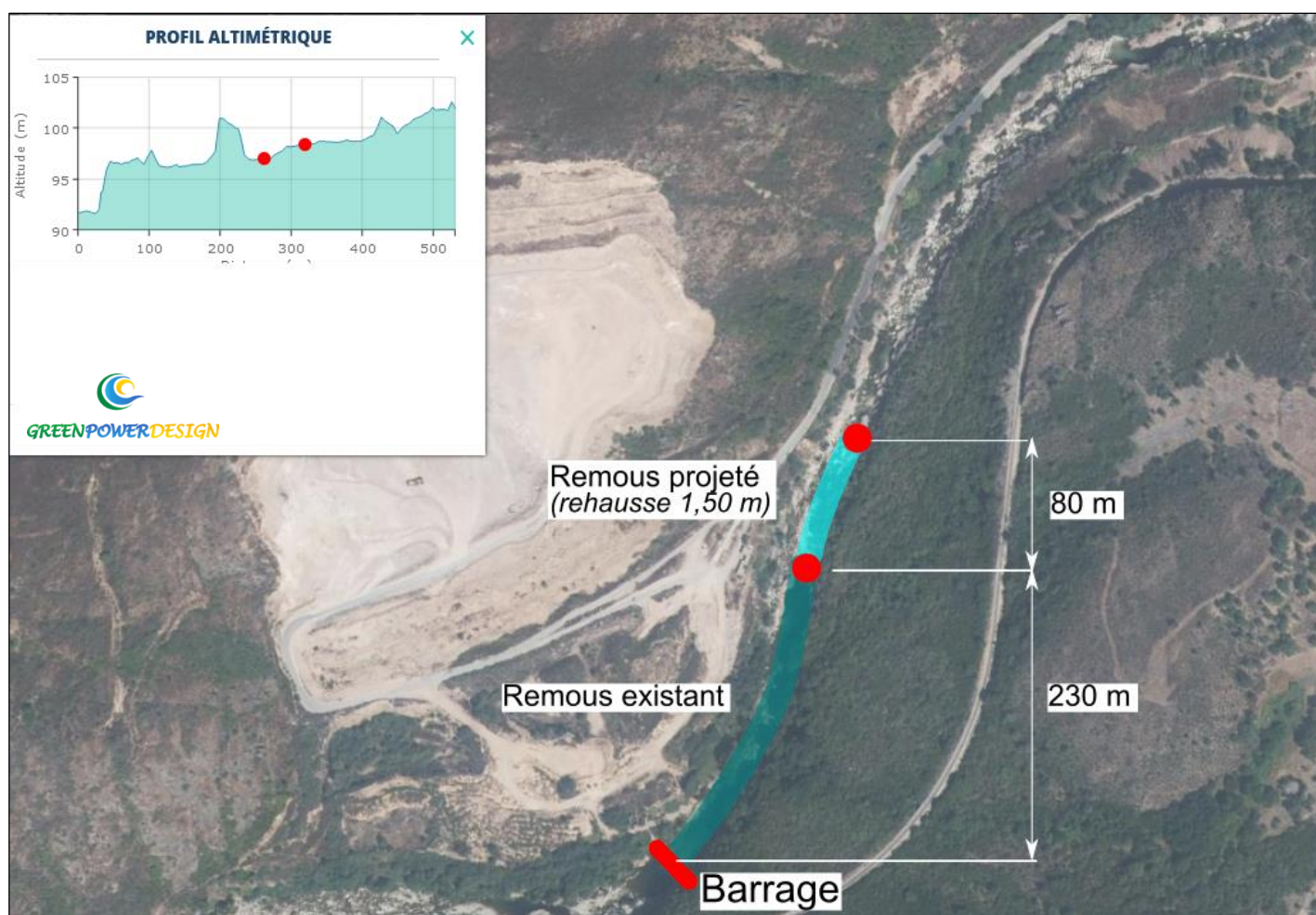


Figure 21 : Évaluation du linéaire impacté par une rehausse de 1,50 m du seuil Napoléon

Dans le cadre du dossier de demande d'autorisation environnementale unique, l'impact d'une rehausse sur l'hydromorphodynamisme de la zone d'influence du barrage rehaussé devra être étudié en particulier sur les épisodes de crue. Dans l'hypothèse où la rehausse entraînerait une élévation des lignes d'eau en condition de crue, elle pourrait être réalisée à l'aide d'un dispositif mobile de type clapet ou boudin gonflable. L'ouverture du dispositif en période de crue permettrait d'effacer la rehausse et ne pas entraîner de surélévation de la ligne d'eau amont par rapport à l'état actuel.

Par ailleurs, l'installation de clapet(s) mobile(s) permettrait :

- D'éviter le comblement de la retenue par les sédiments. L'ouverture des clapets lors d'épisodes de crue permet d'hydrocurer le plan d'eau en particulier à l'amont immédiat des clapets et donc de la vanne de prise d'eau. Dès lors, les opérations de dégravement mécanique de la retenue ne sont plus nécessaires.
- D'abaisser le plan d'eau facilement dans le cadre d'opération de maintenance sur les berges, la prise d'eau ou le barrage.

Afin de travailler à partir d'une hypothèse conservatrice vis-à-vis de l'enveloppe financière de travaux, il est considéré dans la suite de l'étude que les différentes rehausses proposées sont réalisées par des éléments mobiles. Ces derniers seront détaillés dans le cadre de l'étude approfondie du scénario retenu afin de permettre un arbitrage par le maître d'ouvrage sur les modalités de réalisation de la rehausse.

Les caractéristiques dimensionnelles des rehausses seront détaillées (niveau esquisse) pour chacun des scénarios d'études.

5.3.2. Prise d'eau

Les ouvrages d'amenée et de production seront installés en rive droite de la Gravona. Les ouvrages de prises d'eau seront donc également installés à l'appui du barrage en rive droite, à l'emplacement des ouvrages de la prise d'eau historique.

Une vanne de type guillotine sera installée en tête de dérivation. Elle sera disposée parallèlement à l'axe d'écoulement de la Gravona afin de limiter l'entrée d'embâcles et de sédiments dans la prise d'eau.

Par ailleurs, cette configuration empêchera l'accumulation de flottants lors des épisodes de fortes eaux (échappement au barrage).

En phase normale d'exploitation, la partie basse de la pelle sera installée à quelques centimètres de la cote de retenue normale afin d'éviter l'entrée de flottants.

En cas de crue, la vanne sera automatiquement abaissée afin d'éviter l'engrèvement de la prise d'eau et d'éventuelles dégradations liées à l'entrée d'embâcles et de sédiments.

La vanne de prise d'eau pourra également être abaissée afin d'isoler hydrauliquement la dérivation afin de faciliter les opérations de maintenance sur le plan de grille.



Figure 22 : Vannage de garde installé sur la rivière Salat
(Etudes et MOE Green Power Design)

Les caractéristiques dimensionnelles du vannage de prise d'eau seront détaillées (niveau esquisse) pour chacun des scénarios faisant l'objet d'une étude approfondie.

5.3.3. Dispositif de dévalaison

La Gravona n'est pas classée comme réservoir biologique au titre de l'article L.214-17 du code de l'environnement. En revanche, le cours d'eau présente un enjeu vis-à-vis de l'anguille et de la truite fario.

Par ailleurs, selon les dispositions du SAGE, la construction d'un aménagement nouveau ne devra pas être susceptible de dégrader la masse d'eau au sein de laquelle il sera installé. Aussi, afin d'éviter toute mortalité à la dévalaison piscicole, un dispositif ichtyocompatible mixte dégrillage/dévalaison sera installé. L'ouvrage sera constitué :

- d'un plan de grille incliné d'entrefer réduit (entrefer déterminé en fonction des espèces cibles et de leur stade de développement) permettant l'arrêt des individus.
- d'exutoire(s) permettant le guidage vers une échappatoire. Ce(s) exutoire(s) sera(ont) alimenté(s) gravitairement en eau en tout temps.
- d'un dispositif de retour forcé au cours d'eau. Il s'agira d'un chenal de dévalaison alimenté en eau gravitairement par l'(es) exutoire(s). Il déversera dans la fosse de dissipation de pied de barrage.

L'ensemble du dispositif de dévalaison sera installé à l'entrée de la dérivation, à l'aval immédiat de la vanne de prise d'eau. Ce choix est motivé par les critères techniques et énergétiques exposés dans l'étude approfondie du scénario retenu (cf. partie 8.1.2.3).

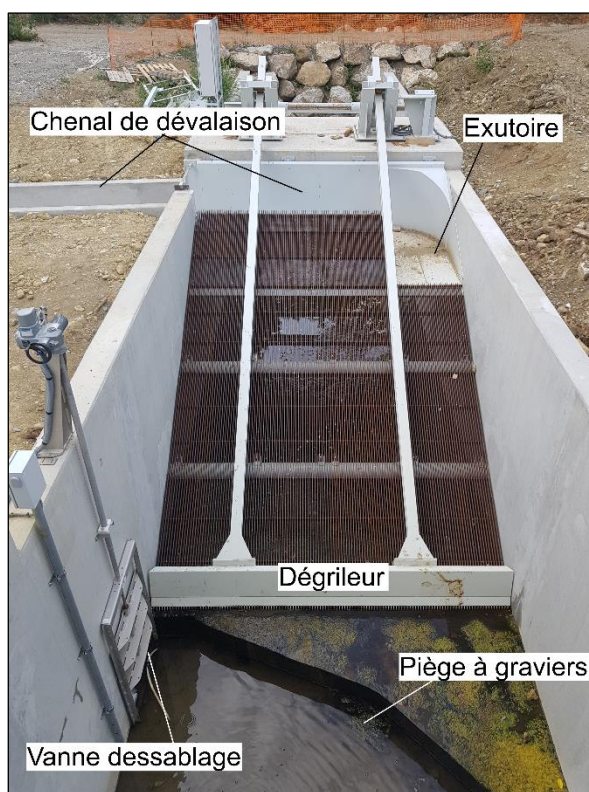


Figure 23 : Plan de grille avec dégrilleur à crémaillères sur le Saurat (09)
(Etudes et MOE Green Power Design)

5.4. Scénario1 : PCH de pied de barrage

Selon ce scénario, le turbinage s'effectue directement en pied de barrage sans dérivation.

5.4.1. Description des ouvrages projetés

Ce scénario de PCH comprend notamment les ouvrages communs à tous les scénarios présentés en partie 5.3. Il comprend également les spécificités détaillées ci-après.

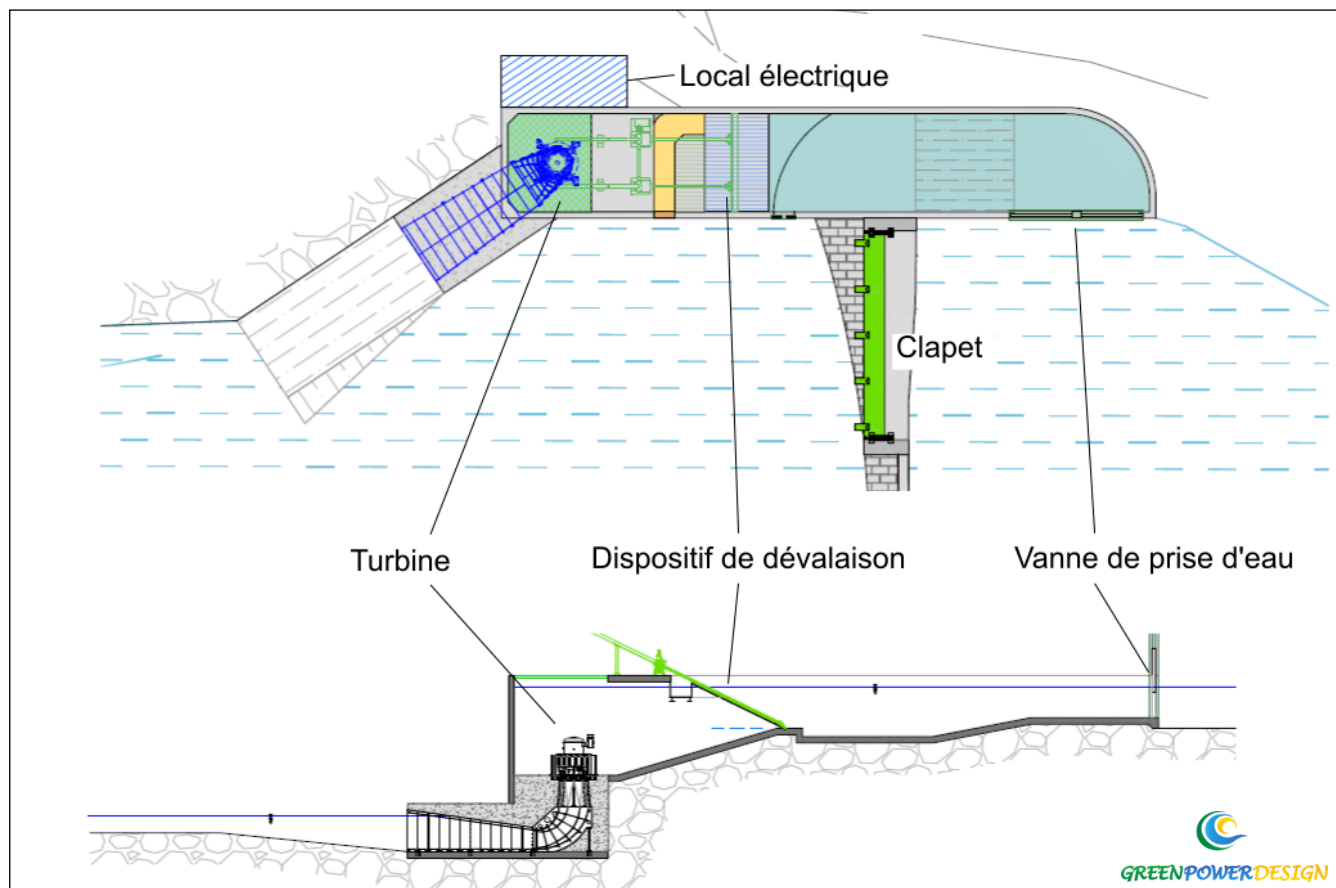


Figure 24 : Projection du scénario 1- PCH pied de barrage

5.4.1.1. Rehausse du barrage

Afin de maximiser la hauteur de chute brute, ce scénario prévoit une **rehausse du barrage de 1,50 m** pour atteindre une cote de retenue normale de 97,40 mNGF. Les caractéristiques dimensionnelles de la rehausse sont les suivantes :

Tableau 6 : Caractéristiques de la rehausse du barrage - Scénario 1 - PCH pied de barrage

Hauteur de la rehausse	1,50 m
<i>Linéaire de rehausse fixe</i>	
Linéaire	9 m
Cote de crête (RN)	97,40 mNGF
<i>Clapets</i>	
Largeur	11,00 m
Hauteur	2,10 m
Cote de déversement (RN)	97,40 mNGF
Cote de seuil	95,30 mNGF
Section utile (à la RN)	23 m ²
Nombre de clapet	2
Capacité d'entonnement unitaire (à la RN)	60 m ³ /s

Le dimensionnement des clapets assure un effacement total de la rehausse lors d'épisode de crue.

5.4.1.2. Dévalaison

Selon ce scénario, en l'absence de TCC, il n'y aura pas de débit réservé. Seuls les débits nécessaires aux ouvrages de franchissements ne seront pas exploitables. Afin de maximiser le productible :

- le débit de dévalaison est limité à 3 % du débit turbiné soit 160 l/s. Il s'agit de la valeur plancher préconisée par le cahier des charges de l'autorité environnementale,
- un débit de 20 l/s est alloué à un ouvrage de montaison dédié à l'anguille. Bien qu'un tel dispositif ne soit pas envisagé à ce stade, cette hypothèse se veut conservatrice vis-à-vis du productible.

5.4.1.3. Usine

La turbine projetée est de type DIVE (cf. partie 5.4.2.3). L'ensemble roue/alternateur est immergé ce qui permet de limiter les travaux de génie civil à la construction d'une chambre d'eau (pas de bâtiment nécessaire). Cette particularité assure l'intégration paysagère de l'installation et empêche toute nuisance sonore. Au-delà, cette spécificité technique permet de rendre l'installation insensible au risque d'inondation.

L'ensemble des équipements électriques associés aux turbines sera abrité dans un local technique situé en berge. Cette possibilité de délocalisation des organes électriques vis-à-vis des turbines permettra d'implanter le bâtiment dans une zone dites « hors crue » sans nécessiter d'élévation importante du sous-bassement.

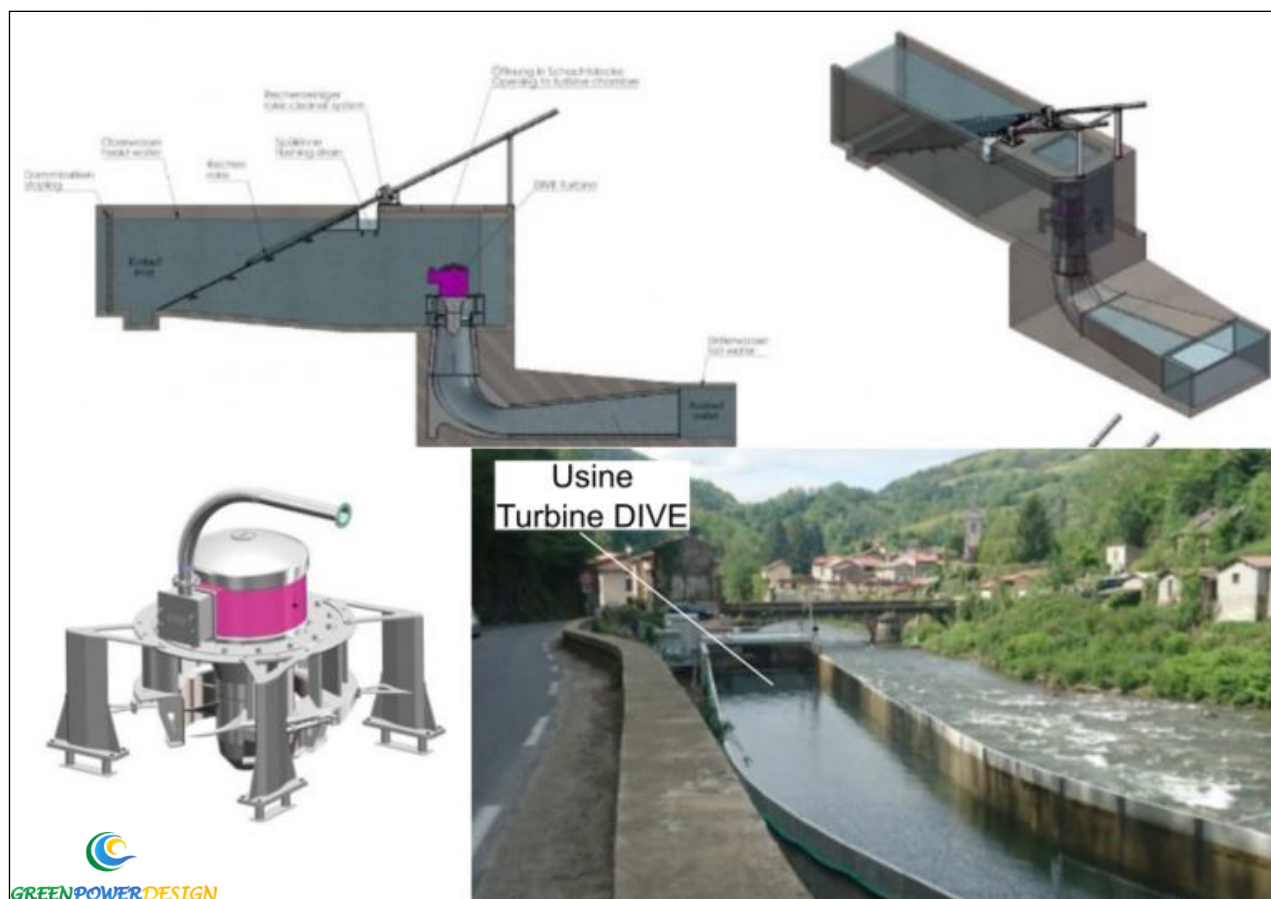


Figure 25 : Projection 3D d'une turbine DIVE et usine mettant en jeu une turbine DIVE

5.4.2. Étude énergétique

5.4.2.1. Loi de chute

5.4.2.1.1. Données d'entrée

Plusieurs relevés topographiques des lignes d'eau ont été réalisés au niveau du barrage dans diverses conditions de débit par un géomètre expert. Les données brutes utilisées pour la construction de la loi de chute sont présentées ci-après.

Tableau 7 : Données d'entrées utiles à l'établissement de la loi de chute - Scénario 1 - PCH pied de barrage

Date du levé	Débit de la Gravona (m ³ .s ⁻¹)	Niveau d'eau restitution (m NGF)
12/09/2023 (Réalisé par GPDesign)	0,4 <i>0,1 fois le module</i>	91,17
30/01/2024 (Réalisé par Sibella)	2 <i>0,43 fois le module</i>	91,47
29/02/2024 (Réalisé par Sibella)	26 <i>5,6 fois le module</i>	92,55

5.4.2.1.2. Chute brute

La crête du barrage fera l'objet d'une rehausse et la répartition des débits au droit du site sera modifiée. L'évolution de la ligne d'eau amont en fonction du débit de la Gravona a donc été calculée

à partir de formules hydrauliques de déversement en considérant les nouvelles caractéristiques du barrage et une régulation de la cote du plan d'eau fonctionnelle.

Ainsi, les données calculées utilisées pour l'établissement de la loi de chute brute sont :

Tableau 8 : Données d'entrées utiles à l'établissement de la loi de chute - Scénario 1 - PCH pied de barrage

Débit de la Gravona (m ³ .s ⁻¹)	Niveau d'eau amont (m NGF)	Niveau d'eau restitution (m NGF)	Chute brute (m)
0,4 <i>0,1 fois le module</i>	97,40	91,17	6,23
2 <i>0,43 fois le module</i>	97,40	91,47	5,93
26 <i>5,6 fois le module</i>	98,01	92,55	5,46

A partir de ces données l'évolution des lignes d'eau amont et aval a été calculée par extrapolation linéaire sur l'ensemble de la plage des débits classés reconstitués.

Il en résulte la loi de chute brute suivante.

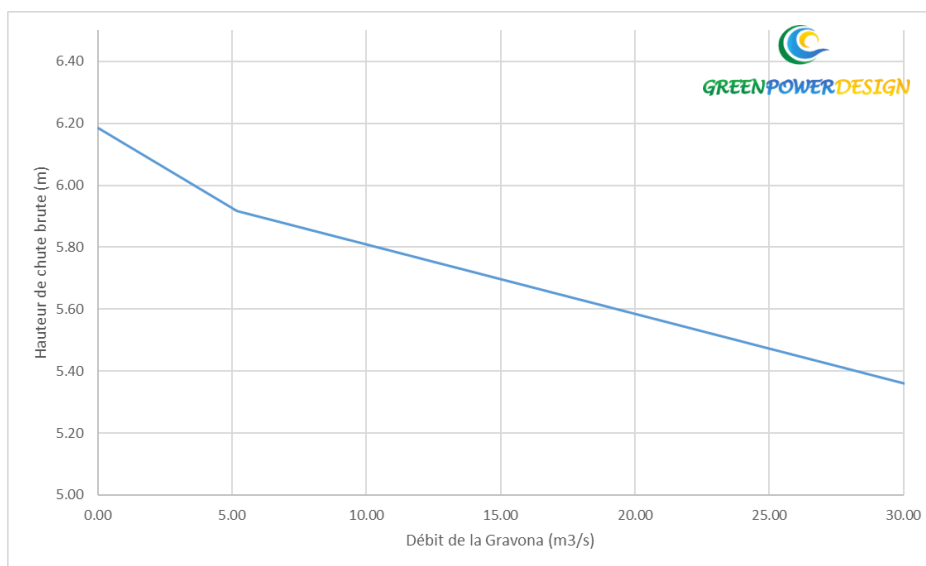


Figure 26 : Loi de chute brute du scénario 1 PCH de pied de barrage

5.4.2.1.3. Chute nette

La chute nette se définit comme la chute brute à laquelle sont ôtées les pertes de charge générées par les différents ouvrages de la dérivation.

Tableau 9 : Pertes de charge observées à Pmax – Scénario 1 - PCH pied de barrage

Ouvrage	Perte de charge (m)
Vannage de garde	0,04
Canal d'amenée	0,01
Plan de grille	0,06
TOTAL	0,11

Selon ce scénario 1, la **chute nette au fonctionnement nominal est de 5,79 m**. Elle varie de 6,15 m au débit de démarrage de la centrale à 5,31 m au débit d'arrêt pour cause d'hydrologie trop importante. L'effacement de chute observé selon cette configuration représente ainsi 14 % de la chute nette totale.

5.4.2.2. Débit d'équipement

5.4.2.2.1. *Approche énergétique*

Le débit d'équipement optimal est, tenant compte de l'hydrologie du cours d'eau, le point d'équilibre entre :

- La capacité à turbiner les hauts débits, impliquant l'installation d'une turbine ayant un débit maximum turbinable élevé,
- La capacité à turbiner les bas débits impliquant l'installation d'une turbine ayant un débit d'armement faible.

L'amélioration de l'une des deux capacités décrites ci-avant s'effectuant au détriment de l'autre, l'optimisation consiste à trouver le meilleur compromis pour ces deux paramètres.

Tenant compte de l'hydrologie de la Gravona à la prise d'eau et des divers paramètres de fonctionnement de la turbine (débit d'armement, rendements, ...), plusieurs débits d'équipement ont ici été simulés de manière à trouver le meilleur compromis. En l'absence d'ouvrages ou d'équipement dont le coût ou les contraintes techniques de mise en œuvre sont susceptibles d'évoluer en fonction du débit turbiné (conduite forcée, gamme de turbine, puissance de raccordement) la valeur optimum est obtenue lorsqu'une augmentation de débit d'équipement ne traduit plus de gain de productible suffisamment importante pour justifier l'investissement initial.

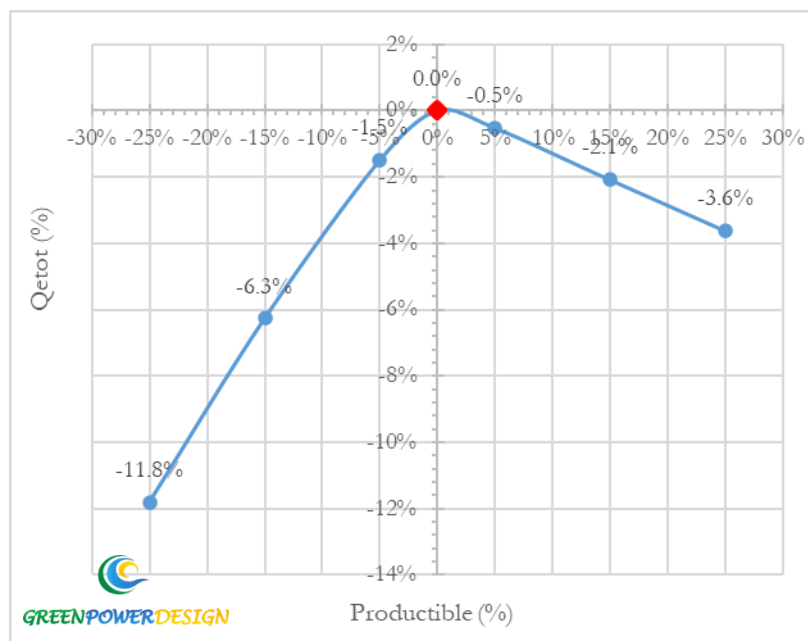
Selon cette approche, le débit d'équipement optimal se situe aux alentours de 4,7 m³/s (module).

5.4.2.2.2. *Approche économique*

La fourchette de débit d'équipement définie ci-avant permet l'atteinte d'une puissance maximale électrique de l'ordre de 250 kW correspondant au maximum pouvant être injecté sur le réseau électrique en basse tension. Afin de rester dans ce domaine de tension et de limiter l'investissement initial et les contraintes d'exploitation inhérentes à la HTA, le débit d'équipement sera choisi afin de permettre l'atteinte d'une puissance de 250 kW.

Il apparaît qu'un débit d'équipement de **5,4 m³/s** répond à cet objectif.

Le graphique et le tableau ci-dessous présentent en rouge le débit optimisé et en bleu les variations de débit autour de cet optimum.



Q _e (m ³ .s ⁻¹)	4.1	4.6	5.130	5.4	5.670	6.2	6.8
% Q _{ref}	-25%	-15%	-5%	0.0%	5%	15%	25%
Prod (MWh)	773	821	862	879	877	863	849
% Prod _{ref}	-12.1%	-6.6%	-1.9%	0.0%	-0.3%	-1.8%	-3.3%

Figure 27 : Optimisation du débit d'équipement selon le scénario 1 – PCH pied de barrage

5.4.2.3. Choix de l'équipement électromécanique

Le couple hauteur de chute / débit caractérisant ce scénario 1 est situé dans le domaine de fonctionnement des turbines de type Kaplan.

Les turbines Kaplan sont des turbines dont le design est adapté aux basses chutes (2 à 10 m). Dans le cas présent, l'importante variabilité du débit disponible inhérente à la Gravona milite pour une machine dite à double réglage (directrices orientables et vitesse variable ou pales variables).

Les turbines Kaplan « conventionnelles » nécessitent la construction d'un bâtiment d'usine afin d'abriter les organes électriques (machine électrogène, armoires puissances, contrôle commande, cellules, transformateur). Ce bâtiment surmonte nécessairement la roue et s'élève afin de protéger les équipements électriques en cas de crue. Une ligne d'arbre est nécessaire afin de solidariser la roue de la machine électrogène. Le fonctionnement de ce type de machine est à l'origine de nuisances sonores liées à la rotation de la génératrice.

Le choix d'une turbine Kaplan de type DIVE permettrait de s'abroger de ces contraintes. Le caractère immergé du groupe turbine/alternateur permet de limiter le génie civil à une chambre d'eau, d'empêcher toute nuisance sonore et d'éviter l'installation d'un dispositif de refroidissement. Par ailleurs, l'attaque directe de l'alternateur évite la mise en place d'une ligne d'arbre.

En première intention, le choix d'une turbine DIVE semble pertinent. C'est cette solution qui est étudiée dans la suite de l'étude.

5.4.2.4. Productible

L'aménagement considéré ici étant neuf, il fonctionnera avec des rendements et un taux de disponibilité élevés. Pour la modélisation du fonctionnement de la centrale, les courbes de rendement des machines ont été renseignées.

Le tableau ci-dessous récapitule les paramètres de modélisation utilisés.

Tableau 10 : Paramètres de modélisation – Scénario 1 - PCH pied de barrage

Paramètre	Valeur	Méthode de détermination
Hydrologie	Cf. partie 3.3	Station hydrologique de Péri Chronique 1996 - 2022
Loi de chute	Cf. partie 5.4.2.1	Levés topographiques 2018
Débit non turbinable	0,18 m ³ /s	Minimum préconisé par le cahier des charges de l'autorité environnementale
Débit d'équipement	5,40 m ³ /s	Optimum énergétique / Plafonnement de la Pmax électrique à 250 kW
Débit d'armement	0,54 m ³ /s	Données turbinier
Débit d'arrêt	28 m ³ /s	10 j/an
Rendement max	86,3 %	Données turbinier
Taux de disponibilité	98 %	Retour d'expérience de producteurs
Bridage Pmax	250 kVA	Limite BT

La modélisation permet de déterminer l'évolution de la puissance de la centrale sur une année type. Les points de fonctionnement caractéristiques de l'installation sont présentés ci-après.

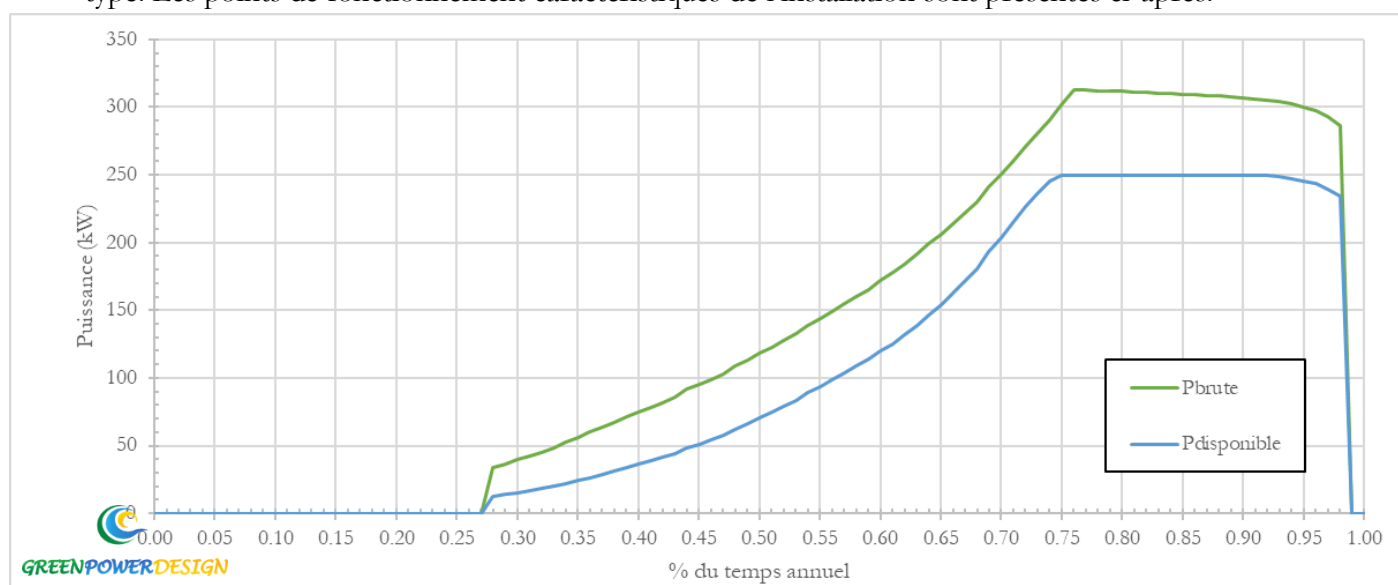


Figure 28 : Courbe d'évolution de la puissance de l'aménagement – Scénario 1 - PCH pied de barrage

Graphiquement, l'aire sous la courbe de puissance correspond au productible de l'aménagement sur une année moyenne. Le productible de l'aménagement est déterminé par calcul d'intégrale.

Tableau 11 : Points de fonctionnement caractéristiques du scénario 1 - PCH pied de barrage

PMB _{administrative}		Point caractéristique	Turbine 1	
			Hb1	Hn1
PMB	313 kW	Q _{armement} de la turbine	6.15 m	6.15 m
PMD	250 kW	Q _e de la turbine	5.90 m	5.79 m
PNB	195 kW	Q _{arrêt}	5.41 m	5.31 m
PND	134 kW	P _{élec} max	250 kW	
		T _{ps} fonction. P _{max}	3486 h	

Tableau 12 : Productible moyen annuel selon le scénario 1 – PCH de pied de barrage

Eté ⁵	Hiver	Total
327 MWh	545 MWh	872 MWh

5.4.3. Etude économique

5.4.3.1. Chiffre d'affaires

À la suite de l'étude énergétique, il est possible de calculer le chiffre d'affaires annuel théorique de l'installation projetée.

Le programme d'optimisation permettra de bénéficier d'un contrat « H16OA 2 composantes⁶ – basse chute ». Ce tarif, réglementé par l'arrêté du 13 décembre 2016, actualisé au 1^{er} janvier 2024, est de 122,92 €/MWh en été et 233,04 €/MWh en hiver.

Tableau 13 : Chiffre d'affaires généré selon le scénario 1 – PCH de pied de barrage

	Chiffre d'affaires moyen
Eté	40 186 €
Hiver	126 902 €
Annuel	167 090 €

5.4.3.2. Investissement (CAPEX)

Les investissements nécessaires au développement et à la mise en œuvre de ce scénario de PCH ont été chiffrés.

⁵ Au sens de contrats de rachat de l'électricité, le tarif hiver s'applique du 1^{er} novembre au 31 mars et le tarif été du 1^{er} avril au 31 octobre.

⁶ Selon le modèle établi, le contrat à deux composantes (hiver/été) permet de générer 14% de chiffre d'affaires de plus qu'un monocomposante.

Tableau 14 : CAPEX du scénario 1 - PCH de pied de barrage

	Scénario 1 PCH de pied de barrage
ETUDES ET FRAIS DE DEVELOPPEMENT	306 069 €
BARRAGE	741 694 €
PRISE D'EAU	368 000 €
USINE	200 000 €
TURBINE DIVE	501 000 €
ELECTRICITE	200 000 €
RACCORDEMENT AU RESEAU	50 000 €
TOTAL HT :	2 366 764 €
ALEAS 15%	355 015 €
TOTAL HT :	2 721 778 €

5.4.4. Synthèse / avantages / inconvénients

Tableau 15 : Tableau de synthèse – Scénario 1 PCH pied de barrage

Puissance maximale brute	313 kW
Puissance maximale électrique	250 kW
Production	872 MWh/an
Temps de fonctionnement équivalent Pmax	3 486 h/an
Chiffre d'affaires	167 k€/an
CAPEX	2 722 k€
Cout de revient du kW	10,9 k€/kW
CAPEX/CA	16,29

Les avantages de ce scénario sont :

- L'absence de tronçon court-circuité soumis à débit réservé. Cela induit un impact environnemental réduit. Cet impact réduit est susceptible de simplifier l'obtention de l'autorisation environnementale d'exploiter.
- Un programme de travaux limité en considérant que ces derniers se cantonneront à la zone du barrage.
- Un investissement limité en comparaison des scénarios en dérivation présentés ci-après.
- Une exploitation simplifiée du fait de la compacité de l'installation et de l'injection en basse tension.
- Une éligibilité à un contrat d'obligation d'achat de type H16OA 2 composantes.

Les inconvénients de ce scénario sont :

- Une chute limitée à celle disponible au barrage.
- Un effacement de chute pour des hydrologies soutenues.
- Des travaux de rehausse similaires à ceux des scénarios en dérivation pour un productible sensiblement inférieur (ratios €/kW et CAPEX/CA défavorables).



***Figure 29 :** Vue d'une centrale de pied de barrage selon la même configuration que le scénario 1 – PCH pied de barrage
(Etudes et MOE GPDesign)*

5.5. Scénarios de PCH en dérivation (*Sc2, Sc3A, Sc3B, Sc4*)

5.5.1. Description des ouvrages projetés

5.5.1.1. Ouvrage d'amenée

5.5.1.1.1. Nature de l'ouvrage

Les scénarios de PCH en dérivation mettent en jeu un ouvrage d'amenée assurant le transfert de l'eau dérivée vers le groupe de production. Le projet de PCH de Péri s'inscrivant sur un site hydraulique existant, il est retenu de mettre à profit le tracé du canal historique afin d'y installer l'ouvrage d'amenée. Ce choix simplifie les travaux de construction et évite un travail de prospection foncière.

Une analyse des caractéristiques du canal historique a été réalisée dans la perspective d'une réhabilitation en canal d'amenée d'une PCH. Les conclusions de cette analyse sont les suivantes :

- La géométrie actuelle du canal limite sa capacité d'entonnement à des valeurs sensiblement en deçà des débits d'équipements pressentis. Un élargissement et ou approfondissement du canal serait techniquement (passage en balcon) et économiquement (terrassment en terrain rocheux) inenvisageable sur certains tronçons. Afin d'augmenter la section d'écoulement, une rehausse du barrage, couplée à une rehausse des bajoyers du canal, serait réalisable. Néanmoins, considérant le linéaire concerné, le cout d'une telle opération serait élevé au regard du productible potentiel.
- Le fond du canal est réalisé sur le terrain naturel. Ses parois latérales sont réalisées en pierre maçonné ou taillée directement dans le terrain. Dans ces conditions, une parfaite étanchéité de l'ouvrage sera difficile à obtenir. Par ailleurs, ces ouvrages nécessiteront un entretien important en phase d'exploitation.
- Il n'existe quasi aucun accès au canal depuis le réseau viaire existant ce qui complexifie les travaux de reconstruction et les opérations de maintenance en phase d'exploitation. Un accès par la prise d'eau (extrémité amont) ou par la mise en charge (extrémité aval) impliquerait un arrêt de la centrale et une vidange de l'ouvrage dans le cadre d'opération de maintenance, générant ainsi une perte de productible.
- Le linéaire de canal en balcon (cf. partie 2.5) est le siège de nombreuses chutes de pierres. Sur ce secteur, le canal est complètement obstrué par les blocs. Cette problématique nécessitera probablement des opérations d'entretien fréquentes impliquant l'arrêt de la centrale et la réalisation de travaux d'accès complexe.
- La rugosité composée du fond et des parois du canal sera à l'origine de pertes de charge importantes. S'agissant d'un projet de moyenne chute (25 à 38 m selon les scénarios), cette diminution de la hauteur de chute nette aura un impact significatif sur le productible.
- Le caractère « à ciel ouvert » d'un ouvrage d'amenée impose l'installation d'une grille de protection à l'amont du groupe de production afin d'éviter le passage par la machine d'éléments qui chuteraient dans le canal (feuilles, pierres, objets dans le cadre d'acte de malveillance...). Au-delà du cout d'installation, ce dispositif nécessite une maintenance régulière en phase d'exploitation.

A l'issue de cette analyse, il est retenu de ne pas réhabiliter le canal historique en canal d'amenée à surface libre. Son tracé sera néanmoins conservé et recevra une conduite forcée.

Pour les raisons détaillées ci-après, il est prévu d'installer une conduite en Polyester Renforcé de fibres de Verre (PRV) :

- Il s'agit d'un matériau sensiblement plus léger que l'acier. Le bardage des tubes sur le tracé de l'ancien canal pourra donc se faire par héliportage, réduisant ainsi le cout de pose de la conduite.
- Il s'agit d'un matériau dont la faible rugosité crée un minimum de pertes de charge linéaires.
- Il s'agit d'un matériau qui ne se corrode pas et dont le coefficient de frottement ne se dégrade pas (contrairement à l'acier) avec le temps. Il n'a donc pas besoin d'être peint et peut être enterré sans risque de vieillissement prématuré.
- La pose s'effectue par emboitement. Dans le cas de la PCH de Péri, la pose dans le canal historique ne nécessitera donc pas la création de chambre de soudure (pas de terrassement).

La conduite sera posée sur des pilettes béton et maintenue par des cerclages métalliques.



Figure 30 : Exemple de conduite forcée en PRV (Diamètre 1 200 mm)

5.5.1.1.2. Prédimensionnement de la conduite forcée d'amenée

Le diamètre de la conduite sera variable selon le débit d'équipement des scénarios retenus. Il sera justifié pour chacun des scénarios faisant l'objet d'une étude approfondie (partie 8.1.3.2).

Tableau 16 : Caractéristiques de la conduite forcée selon les scénarios de PCH en dérivation

	Scénario 2 <i>Hb 25 m</i>	Scénarios 3		Scénario 4 <i>Hb 38m</i>
		A 500 kW	B Module	
Linéaire total	1 100 m	1 320 m		2 000 m
Débit nominal	4,70 m³/s	2,30 m³/s	4,70 m³/s	4,70 m³/s
Diamètre 1	1 700 mm	1 300 mm	1 700 mm	1 700 mm
Vitesse linéaire 1	2,07 m/s	1,73 m/s	2,07 m/s	2,07 m/s
Linéaire diamètre 1 (Partie amont)	550 m	660 m		1 000 m
Diamètre 2	1 600 mm	1 100 mm	1 600 mm	1 600 mm
Vitesse linéaire 2	2,34 m/s	2,42 m/s	2,34 m/s	2,34 m/s
Linéaire diamètre 2 (Partie aval)	550 m	660 m		1 000 m

5.5.1.2. Rehausse du barrage

Afin de d'assurer la mise en charge de la conduite forcée, les scénarios en dérivation prévoient une rehausse du barrage. La hauteur de la rehausse est dépendante du diamètre de la conduite forcée afin d'en assurer le noyage au niveau de la mise en charge. Ainsi, les caractéristiques dimensionnelles de la rehausse sont les suivantes selon les scénarios :

Tableau 17 : Caractéristiques de la rehausse du barrage selon les scénarios de PCH en dérivation

	Scénario 2 <i>Hb 25 m</i>	Scénarios 3		Scénario 4 <i>Hb 38m</i>
		A 500 kW	B Module	
Hauteur de la rehausse	1,40 m	0,90 m	1,40 m	1,40 m
Linéaire de rehausse fixe				
Linéaire	9 m	19 m	9 m	9 m
Cote de crête (RN)	97,30 mNGF	96,80 mNGF	97,30 mNGF	97,30 mNGF
Clapet(s)				
Largeur	11,00 m	12,00 m	11,00 m	11,00 m
Hauteur	2,00 m	1,60 m	2,00 m	2,00 m
Cote de déversement (RN)	97,30 mNGF	96,80 mNGF	97,30 mNGF	97,30 mNGF
Cote de seuil	95,30 mNGF	95,20 mNGF	95,30 mNGF	95,30 mNGF
Section utile à la RN	22 m²	19,2 m²	22 m²	22 m²
Nombre de clapet	2	1	2	2
Capacité d'entonnement unitaire à la RN	55 m³/s	43 m³/s	55 m³/s	55 m³/s

Observation :

- Le débit d'équipement des scénarios 2, 3B et 4 étant identiques, le diamètre des conduites forcées projetées sera lui aussi identique. Le diamètre de conduite imposant la hauteur de rehausse du barrage, celle-ci est identique pour les scénarios 2, 3B et 4.
- Le dimensionnement des clapets est effectué pour assurer un effacement total de la rehausse lors d'épisode de crue.

5.5.1.3. Prise d'eau

Le présent descriptif vient compléter celui du tronc commun détaillé en partie 5.3.2.

La mise en charge de la conduite s'effectuera à l'aval immédiat de la grille de prise d'eau ichtyocompatible. Le canal s'approfondira pour former une chambre au sein de laquelle s'établira un tirant d'eau suffisant afin d'éviter l'entrée d'air au sein de la conduite. Ce tirant d'eau variable en fonction du diamètre de la conduite et du débit dérivé est détaillé pour chacun des scénarios faisant l'objet d'une étude approfondie. La chambre sera recouverte d'un caillebotis ou d'un plancher béton afin d'éviter toute dégradation de la machine par suite d'un acte de malveillance.

5.5.1.4. Choix du type de turbine

Comme détaillé ci-après, les couples hauteur de chute / débit des scénarios d'études sont tous situés dans le domaine de fonctionnement des turbines de type Francis.

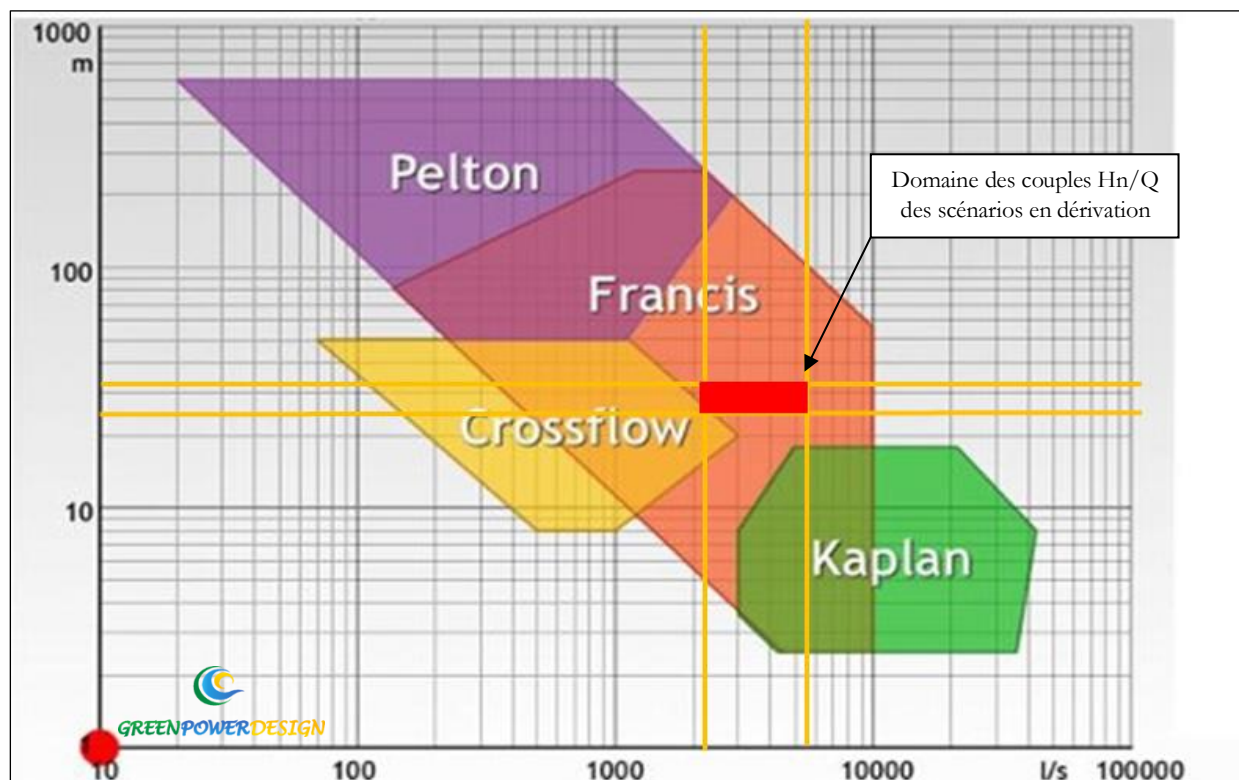


Figure 31 : Domaine d'utilisation des turbines hydrauliques

Les turbines de type Francis sont caractérisées par des débits d'armement⁷ de l'ordre de 20 % à 25 % du débit nominal. En considérant ce paramètre et les caractéristiques d'étiage de l'hydrologie de la Gravona (très bas débits sur une durée prolongée), l'optimisation de l'utilisation de la ressource hydraulique militerait pour l'installation de deux groupes de production (Francis). Cette configuration permettrait d'exploiter les bas débits au travers d'un débit d'armement égal à 10 % du débit d'équipement total sans réduire ce dernier⁸.

Cette configuration implique un investissement initial plus important (2 groupes de production, génie civil plus conséquent). Au-delà, en phase d'exploitation, la présence de deux groupes constitue un risque de désordre accru et génère des contraintes d'exploitation supplémentaires.

Pour éviter les contraintes évoquées ci-avant, il est retenu l'installation d'un seul groupe pour chacun des scénarios en dérivation. Pour les raisons listées ci-après, il est envisagé l'installation d'un groupe de type Dive HAX hybride :

- Débit d'armement égal à 15 % du débit nominal,
- « Hybride » vis-à-vis de la vitesse de rotation :
 - o Vitesse de rotation variable sur les bas débits conférant de bons rendements à bas débit (présence d'un convertisseur de fréquence),
 - o Vitesse de rotation fixe au-delà de 70% du débit d'équipement (shunt du convertisseur) afin d'accroître le rendement de pointe,
- Compensation de réactif via le convertisseur de fréquence évitant la présence d'un banc de condensateurs,
- Rendement maximal de l'ensemble de la chaîne électromécanique de 85 %,
- Alternateur à aimants permanents (compacité, maintenance réduite, rendement élevé),
- Lubrification autonome par bain d'huile limitant les opérations de maintenance et le risque d'impact environnemental,
- Pas de multiplicateur évitant ainsi une maintenance contraignante.

⁷ Débit minimum permettant le démarrage de la machine

⁸ Il existe également la possibilité de réduire encore le débit d'armement général en installant deux groupes présentant des débits d'équipement différents. Cette solution est écartée de l'analyse en raison de l'investissement initial plus important (machine, génie civil...) et des contraintes d'exploitation (pièces différentes, méthodologie, plan d'entretien...).

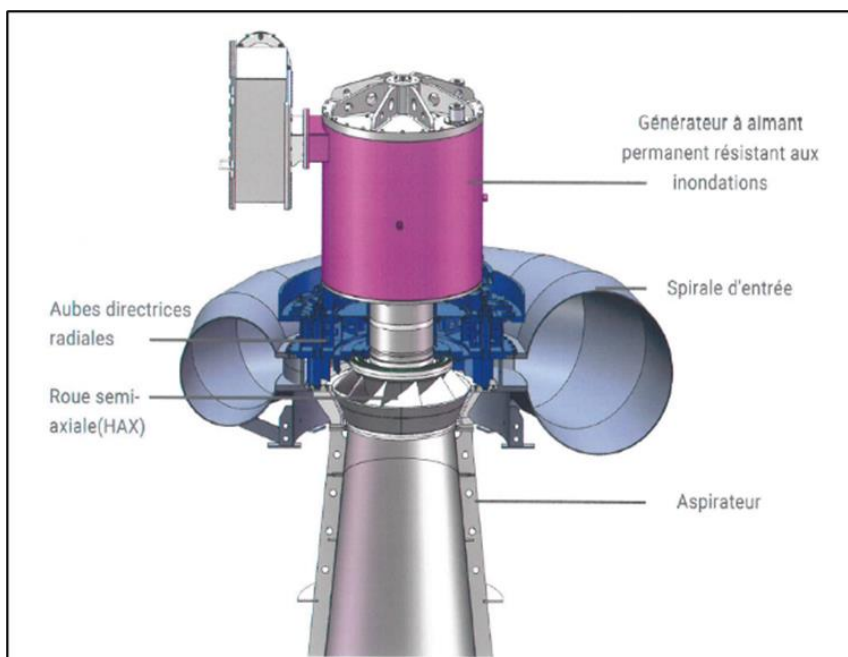


Figure 32 : *Coupe schématique d'un groupe de type DIVE HAX*

5.5.1.5. Bâtiment d'usine

Le bâtiment d'usine sera identique pour l'ensemble des scénarios en dérivation. Il abritera le groupe de production ainsi que l'ensemble de l'équipement électromécanique. Il s'agira d'un bâtiment d'environ 20 à 30 m² d'emprise d'au sol. Afin de limiter les travaux de terrassement et d'assurer son intégration paysagère, il pourra être réalisé sur deux niveaux selon la pente du terrain naturel. Le bâtiment recevra un traitement acoustique afin d'empêcher toute nuisance sonore.

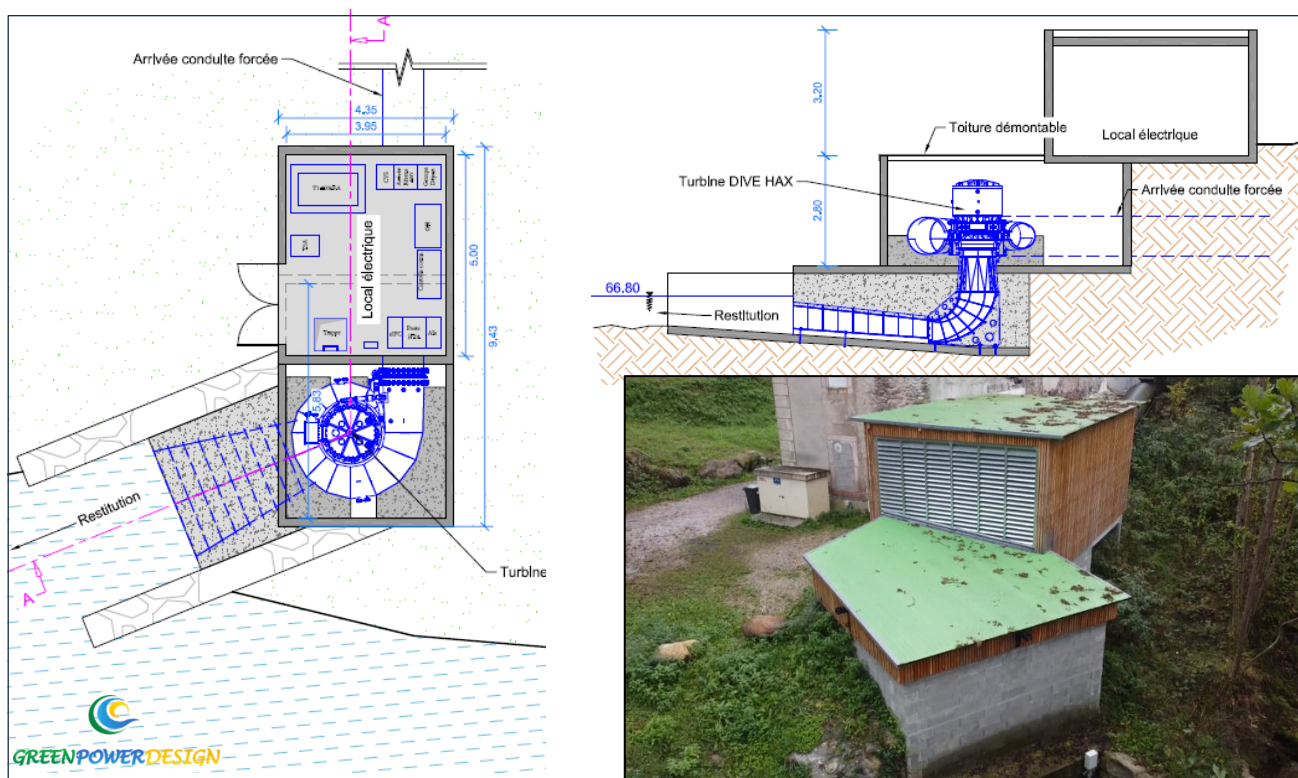


Figure 33 : *Extrait de plan du bâtiment d'usine - Scénarios de PCH en dérivation*

5.5.2. Étude énergétique

5.5.2.1. Débit réservé

L'article L214-18 du code de l'environnement stipule que tout ouvrage dans le lit d'un cours d'eau doit comporter des dispositifs maintenant dans ce lit un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux. Ce débit constitue le débit réservé. Sa valeur est déterminée à partir d'une étude de définition du débit minimum biologique du cours d'eau.

Les scénarios de PCH en dérivation nécessiteront la mise en place d'un débit réservé, lequel devra être restitué en tout temps en pied de barrage. En ce sens, ce débit réservé sera prioritaire sur le turbinage. En l'absence d'étude de débit minimum biologique, il est considéré que le débit réservé sera égal à la valeur plancher prévue à l'article L.214-18 à savoir 1/10^{ème} du module du cours d'eau. **Dans le cas des scénarios en dérivation de la PCH de Péri, la valeur de débit réservé est donc fixée en première approche à 0,470 m³/s.**

Dans le cadre du dossier de demande d'autorisation environnementale unique, une étude de débit minimum biologique devra être réalisée afin de déterminer, sur la base d'éléments hydrologiques, hydrauliques et biologiques, la valeur de débit réservé à instaurer.

Observation :

➤ Le choix de retenir la valeur plancher réglementaire est motivé par l'analyse hydrologique des débits d'étiage. Il s'agit d'une des méthodes qui devra être mise en place dans le cadre de l'étude de DMB. Il apparaît que la Gravona est marquée par des épisodes de sécheresse intenses et durables caractéristiques des cours d'eau méridionaux. La valeur du QMNA₅⁹, reconnue par l'autorité environnementale comme borne basse des DMB selon la méthode hydrologique, est de 0,162 m³/s. Il apparaît que ce débit est 2,9 fois inférieur au dixième du module. Ainsi, le choix de retenir le dixième du module comme valeur de débit réservé apparaît comme une hypothèse acceptable.

5.5.2.2. Débit d'équipement

Afin de déterminer le débit d'équipement, en complément de l'approche énergétique détaillée en partie 5.4.2.2.1, les contraintes relatives à l'ouvrage d'amenée sont considérées dans la détermination du débit d'équipement :

- Diamètre de CF limité par la largeur existante du canal,
- Recherche du meilleur compromis entre le coût de la conduite forcée et la production générée,
- Volonté de conserver un temps de fonctionnement équivalent pleine puissance de l'ordre de 3 500 h afin de sécuriser l'atteinte du productible cible.

En considérant les caractéristiques des lois de chute exposées ci-après et des caractéristiques hydrologiques de la Gravona, le débit d'équipement optimal d'un point de vue énergétique est pris à 4,70 m³/s correspondant au module du cours d'eau.

⁹ Débit ayant la probabilité de ne pas se reproduire plus qu'une fois par 5 ans.

Le scénario 3A consistant en un scénario optimisé d'un point de vue de la valorisation d'énergie (cf. étude approfondie en partie 8), son débit d'équipement est fixé à 2,4 m³/s permettant l'atteinte d'une puissance maximale électrique livrée au réseau de 500 kW¹⁰.

Le débit d'équipement retenu dans chacun des scénarios préliminaires en dérivation sont détaillés ci-après.

Tableau 18 : Débit d'équipement selon les scénarios de PCH en dérivation

	Scénario 2 <i>Hb 25 m</i>	Scénarios 3		Scénario 4 <i>Hb 38m</i>
		A 500 kW	B Module	
Point de design	100 % du module	P _{elec} max 500 kW	100 % du module	100 % du module
Débit d'équipement	4,70 m ³ /s	2,40 m ³ /s	4,70 m ³ /s	4,70 m ³ /s

5.5.2.3. Loi de chute

Plusieurs relevés topographiques des lignes d'eau ont été réalisés par *Green Power Design* et un géomètre expert au niveau du barrage et aux points de restitution des 3 scénarios de PCH en dérivation. L'établissement des lois de chute s'est fait par le calcul comme suit :

Concernant l'évolution de la **ligne d'eau amont**, la crête du barrage fera l'objet d'une rehausse et la répartition des débits au droit du site sera modifiée. L'évolution de la ligne d'eau amont en fonction du débit de la Gravona a donc été calculée à partir de formules hydrauliques de déversement en considérant les nouvelles caractéristiques du barrage et une régulation de la cote du plan d'eau fonctionnelle.

Un seul relevé de la ligne d'eau à la restitution a été réalisé dans le cadre de la présente étude. Aussi, l'évolution de la **ligne d'eau aval** en fonction de l'hydrologie de la Gravona est considérée similaire à celle relevée en pied de barrage avec comme point de référence celui du relevé effectué le 7/06/2024.

La chute nette se définit comme la chute brute à laquelle sont ôtées les pertes de charge générées par les différents ouvrages de la dérivation. Les pertes de charge totales ont été calculées pour chacun des scénarios d'études en tenant compte des caractéristiques des ouvrages de dérivation et du débit d'équipement. Les points caractéristiques de fonctionnement extraits des lois de chute de chacun des scénarios sont présentés ci-après.

¹⁰ Puissance maximale d'une installation susceptible de bénéficier d'un contrat de type H16OA.

Tableau 19 : Niveaux d'eau considérés pour l'évolution de la hauteur de chute des scénarios de PCH en dérivation

Condition hydrologique	Scénario 2 <i>Hb 25 m</i>			Scénarios 3						Scénario 4 <i>Hb 38m</i>		
				A 500 kW			B Module					
	Hbrute <i>(m)</i>	ΔH _{tot} <i>(m)</i>	Hnette <i>(m)</i>	Hbrute <i>(m)</i>	ΔH _{tot} <i>(m)</i>	Hnette <i>(m)</i>	Hbrute <i>(m)</i>	ΔH _{tot} <i>(m)</i>	Hnette <i>(m)</i>	Hbrute <i>(m)</i>	ΔH _{tot} <i>(m)</i>	Hnette <i>(m)</i>
Débit d’armement + débit réservé	25,93	--	25,93	30,12	--	30,12	31,16	--	31,16	38,04	--	38,04
Débit d’équipement + débit réservé	25,85	2,00	23,85	30,00	2,63	27,37	30,94	2,19	28,75	37,91	3,35	34,57
Débit d’arrêt (hautes eaux)	26,07		24,07	28,99	2,56	26,36	30,00		27,81	38,50	3,37	35,13

5.5.2.4. Productible

Les aménagements considérés ici seront neufs, ils fonctionneront avec des rendements et un taux de disponibilité élevés. Pour la modélisation du fonctionnement des scénarios, les courbes de rendement des machines ont été renseignées.

Le tableau ci-dessous récapitule les paramètres de modélisation utilisés.

Tableau 20 : Paramètres de modélisation – Scénarios de PCH en dérivation

	Sc 2 <i>Hb 25 m</i>	Sc 3		Sc 4 <i>Hb 38m</i>	Méthode de détermination
		A 500 kW	B Module		
Hydrologie	Cf. partie 3.3				Station hydrologique de Péri ; Chronique 1996 - 2022
Loi de chute	Cf. partie 5.5.2.3				Levés topographiques / Extrapolations
Débit non turbinable	0,47 m³/s				10 ^{ème} du module
Débit d'équipement	4,70 m³/s	2,40 m³/s	4,70 m³/s	4,70 m³/s	- Module (Sc 2, 3B, 4) - Plafonnement de la Pmax électrique à 500 kW (Sc 3A)
Débit d'armement	0,71 m³/s	0,36 m³/s	0,71 m³/s	0,71 m³/s	15 % du Qe Données turbinier
Débit d'arrêt	28 m³/s				10 j/an
Rendement max	88,61 %	88,51 %	88,61 %	88,61 %	Données turbinier
Taux de disponibilité	98 %				Retours d'expériences de producteurs
Bridage Pmax	--	500 kW	--	--	--

Le productible moyen annuel a été calculé pour chacun des points de la courbe des débits classés avec un pas de temps au centile.

Tableau 21 : Productible annuel moyen - Scénarios de PCH en dérivation

	Scénario 2 <i>Hb 25 m</i>	Scénarios 3		Scénario 4 <i>Hb 38m</i>
		A 500 kW	B Module	
Productible été	1 237 MWh	952 MWh	1 433 MWh	1 803 MWh
Productible hiver	2 110 MWh	1 433 MWh	2 438 MWh	3 073 MWh
TOTAL	3 347 MWh	2 385 MWh	3 870 MWh	4 876 MWh

5.5.1. Etude économique

5.5.1.1. Chiffre d'affaires

Comme précisé en partie 6 dédiée au contexte tarifaire relatif au projet de PCH de Péri, les scénarios 2, 3B et 4 ne seront pas éligibles à un contrat de type H16.

En effet :

- la puissance maximale sera supérieure à 500 kW (plafond d'éligibilité au contrat d'obligation d'achat H16OA),
- la Corse étant située en zone non interconnectée (ZNI), le tarif H16 complément de rémunération n'est pas applicable.

Afin de valoriser l'énergie produite, ces 3 scénarios seront donc soumis à des contrats de gré à gré négociés avec la commission de régulation de l'énergie (CRE).

Le scénario 3A est dimensionné pour pouvoir bénéficier d'un contrat « H16OA 2 composantes¹¹ – basse chute ». Sa chute brute est limitée à 29,99 m et sa puissance électrique maximale livrée au réseau est de 499 kW. Le chiffre d'affaires calculés à partir de ce tarif H16 OA basse chute bi composante réglementé par l'arrêté du 13 décembre 2016, actualisé au 1^{er} janvier 2024, est détaillé ci-après.

Tableau 22 : Chiffre d'affaires généré selon le scénario 3A

	Chiffre d'affaires moyen
Eté	116 844 €
Hiver	333 422 €
Annuel	450 266 €

¹¹ Selon le modèle établi, le contrat à deux composantes (hiver/été) permet de générer 14% de chiffre d'affaires de plus qu'un monocomposante.

5.5.1.2. Investissement (CAPEX)

Les investissements nécessaires au développement et à la mise en œuvre de ces scénarios en dérivation sont les suivants :

Tableau 23 : CAPEX des Scénarios de PCH en dérivation

	Scénario 2 Hb 25 m	Scénario 3a 500 kW	Scénario 3b Module	Scénario 4 Hb 38 m
ETUDES ET FRAIS DE DEVELOPPEMENT	609 015 €	513 750 €	646 589 €	791 099 €
BARRAGE	741 694 €	455 000 €	741 694 €	741 694 €
PRISE D'EAU	445 000 €	370 000 €	445 000 €	445 000 €
USINE	300 000 €	300 000 €	300 000 €	300 000 €
CONDUITE FORCEEE	1 115 951 €	644 500 €	1 257 600 €	1 901 000 €
GC CONDUITE	708 500 €	746 000 €	708 500 €	1 073 485 €
POSE CONDUITE	376 000 €	410 800 €	463 800 €	702 727 €
TURBINE DIVE	953 000 €	711 200 €	919 300 €	1 117 081 €
ELECTRICITE	450 000 €	350 000 €	480 000 €	480 000 €
RACCORDEMENT AU RESEAU	255 000 €	258 741 €	258 741 €	258 741 €
TOTAL HT :	5 954 160 €	4 759 991 €	6 221 225 €	7 810 827 €
ALEAS 15%	893 124 €	713 999 €	933 184 €	1 171 624 €
TOTAL HT :	6 847 283 €	5 473 990 €	7 154 408 €	8 982 451 €

5.5.2. Synthèse / avantages / inconvénients

Tableau 24 : Tableau de synthèse - Scénarios de PCH en dérivation

	Scénario 2 <i>Hb 25 m</i>	Scénarios 3		Scénario 4 <i>Hb 38m</i>
		A 500 kW	B Module	
Puissance maximale brute	1 201 kW	677 kW	1 424 kW	1 772 kW
Puissance maximale électrique	941 kW	500 kW	1 084 kW	1 376 kW
Production	3 347 MWh/an	2 385 MWh/an	3 870 MWh/an	4 876 MWh/an
Temps de fonctionnement équivalent Pmax	3 556 h/an	4 769 h/an	3 570 h/an	3 543 h/an
Chiffre d'affaires	Gré à gré	450 k€	Gré à gré	
CAPEX	6 847 k€	5 474 k€	7 154 k€	8 982 k€
Cout de revient du kW	7 277 k€/kW	10 948 €/kW	6 600 €/kW	6 826 €/kW
CAPEX/CA	--	12,16	--	

Les avantages de ces scénarios en dérivation sont :

- Une chute brute plus importante.
- Un effacement de chute négligeable au regard de la chute totale.

Les inconvénients de ces scénarios en dérivation sont :

- La création d'un tronçon court-circuité soumis à débit réservé. Cela induit un impact environnemental plus important que le scénario dit de pied de barrage.
- Un programme de travaux sensiblement plus conséquent susceptible de générer un volume d'aléas plus important.
- Une exploitation plus complexe du fait de l'éloignement géographique entre la prise d'eau et l'usine.
- La gestion des chutes de pierres / aléas géologiques sur le linéaire de conduite forcée.

6. Contexte tarifaire relatif au projet de PCH de Péri

Dans le cadre du présent projet, l'ensemble des ouvrages et équipements constitutifs de l'installation hydroélectrique seront neufs. Aussi, au titre du code de l'énergie, l'aménagement hydroélectrique de Péri sera une « nouvelle installation » de production.

A ce jour, les différentes modalités de vente d'énergie issue d'une production hydroélectrique d'une installation nouvelle sont les suivantes :

Tableau 25 : Options tarifaires des installation nouvelles selon la puissance et la zone d'injection

	Pmax injectée au réseau		
	< 500 kW ¹²	[500 ;999] kW	[1 000 ;4 500] kW
Type de contrat En zone interconnectée	H16 OA <i>Obligation d'achat</i>	H16 CR <i>Complément de rémunération</i>	Appel d'offre PHE
Type de contrat En zone non interconnectée (cas de la Corse)		Gré à gré (PPA)	

Le Scénario 3A a été développé afin de rendre le projet éligible au contrat de type H16OA basse chute¹³. Dans cet objectif, la chute est réduite à 29,99 m par un déplacement du point de restitution de quelques mètres vers l'amont et le débit dérivé a été limité à 2,30 m³/s afin d'atteindre une puissance maximale électrique livrée au réseau de 499 kW.

Le Scénario 3B a été développé afin d'atteindre l'optimum énergétique à partir de la hauteur de chute disponible et de l'hydrologie de la Gravona. Il bénéficie d'une chute de l'ordre de 30 m (chute disponible au point de restitution optimum) et d'un débit d'équipement équivalent au module du cours d'eau. Sa puissance maximale électrique étant de 1 083 kW, la vente d'énergie s'effectuera dans le cadre d'un contrat de gré à gré.

¹² 400 kW au 1^{er} janvier 2025.

¹³ Tarification basse chute (<30 m) économiquement plus avantageuse que la haute chute (>30 m).

7. Arbitrage pour le choix d'un scénario

Les 5 scénarios d'études font l'objet de fiches de synthèses présentées en annexe 1.

Dans le cadre de l'étude de faisabilité, ces scénarios ont été exposés le 25/06/2024 en comité de pilotage. Sur la base d'une analyse multicritère telle que détaillée en partie 5 intégrant :

- Caractéristiques hydrologiques du cours d'eau,
- Enjeux environnementaux afférents au tronçon de la Gravona influencé par les travaux / l'exploitation d'une PCH,
- Les caractéristiques de loi de chute,
- L'investissement initial (CAPEX) nécessaire à la mise en œuvre de l'installation,
- Le productible estimé et son écart type interannuel,
- Les contraintes d'exploitation,

le maître d'ouvrage a procédé à un arbitrage afin de retenir un scénario pertinent dans le cadre d'une étude approfondie.

Pour ce faire, le porteur de projet a également considéré :

- Le contexte tarifaire spécifique à la Corse (ZNI) en cours de modification (évolutions du H16 à venir),
- Le temps de développement d'un projet de PCH (phase administrative de demande d'autorisation / durée des travaux).

Ainsi, le choix s'est porté sur le scénario 3, lequel constitue le meilleur ratio entre cout de développement/construction et production énergétique. Au-delà, étant donné l'implantation de sa restitution, il limite l'impact environnement (longueur de TCC limitée).

Dans un objectif de résilience de la présente étude face à une évolution du contexte tarifaire, il est retenu d'approfondir ce scénario 3 au travers de 2 sous-scénarios définissant une fourchette de débits d'équipements. Cela permettra au porteur de projet d'ajuster à posteriori le débit d'équipement (et par voie de conséquence la puissance de l'installation).

8. Étude approfondie du scénario retenu

8.1. Descriptif technique / prédimensionnement des ouvrages projetés

8.1.1. Rehausse du barrage

Le présent descriptif vient compléter celui du tronc commun détaillé en partie 5.3.1.

Afin de d'assurer la mise en charge de la conduite forcée, le barrage devra être rehaussé. En première approche, cette rehausse a été dimensionnée afin d'envoyer de 20 cm la génératrice supérieure de la conduite à son point le plus haut. Ce choix évitera l'installation d'une pompe à vide au point haut de la conduite. Seule une ventouse sera nécessaire afin d'évacuer l'air de la conduite lors du remplissage.

Dans le cadre de l'étude de faisabilité, il est considéré que la rehausse se fera pour partie en maçonnerie et pour partie par l'installation de clapet(s). Le dimensionnement du/des clapet(s) proposé ci-après permet ;

- Un effacement total de la rehausse lors d'épisode de crue,
- D'éviter le comblement de la retenue par les sédiments. L'ouverture des clapets lors d'épisodes de crue permet d'hydrocurer le plan d'eau en particulier à l'amont immédiat du/des clapet(s) et donc de la vanne de prise d'eau. Dès lors, les opérations de dégrèvement mécanique de la retenue ne sont plus nécessaires.
- D'abaisser le plan d'eau simplement dans le cadre d'opération de maintenance sur les berges, la prise d'eau ou le barrage.

S'il s'avérait que l'installation de clapet(s) n'était pas nécessaire eu égard à l'impact sur les lignes d'eau en crue, le porteur de projet pourrait arbitrer pour une rehausse fixe. Néanmoins, afin de travailler à partir d'une hypothèse conservatrice vis-à-vis de l'enveloppe financière de travaux, il est considéré dans la suite de l'étude que la rehausse est réalisée par des clapets.

La hauteur de la rehausse est dépendante du diamètre de la conduite forcée afin d'en assurer le noyage. Ainsi, les caractéristiques dimensionnelles de la rehausse sont les suivantes selon les scénarios :

Tableau 26 : Caractéristiques de la rehausse du barrage – Scénarios 3A et 3B

	Scénario 3A <i>30 m/ 500 kW</i>	Scénario 3B <i>Module</i>
Hauteur de rehausse	0,90 m	1,40 m
Linéaire de rehausse fixe		
Linéaire	19,00 m	9,00 m
Cote de crête (RN)	96,80 mNGF	97,30 mNGF
Clapets		
Largeur	12,00 m	11,00 m
Hauteur	1,60 m	2,00 m
Cote de déversement (RN)	96,80 mNGF	97,30 mNGF
Cote de seuil	95,20 mNGF	95,30 mNGF
Section utile (à la RN)	19,2 m ²	22,0 m ²
Nombre de clapet	1	2
Capacité d'entonnement unitaire (à la RN)	43 m ³ /s	39 m ³ /s

Observation :

➤ En fonctionnement normal, la turbine réglera le plan d'eau afin de le maintenir à la cote de RN. Cette régulation par variation du débit turbiné maintiendra une cote de plan d'eau fixe pour des débits de la Gravona allant du débit réservé au débit maximum d'équipement additionné au débit réservé soit respectivement 0,47 m³/s à 2,77 m³/s et 0,47 m³/s à 5,17 m³/s selon les scénarios 3A et 3B.

Ces valeurs de débits sont largement en deçà des seuils d'alerte de crue définis à la station hydrométrique installée dans le plan d'eau.

➤ Afin de permettre à la station de prévision des crues de remplir son objectif, les clapets seront soit en position fermée (fonctionnement normal) soit en position ouverte (crue). Une information de l'état d'ouverture de ces clapets sera faite au SPC afin qu'il puisse déterminer quelle courbe de tarage est à considérer et évaluer le débit du cours d'eau.

8.1.2. Prédimensionnement de la prise d'eau

8.1.2.1. Vanne de garde

Le présent descriptif vient compléter celui du tronç commun détaillé en partie 5.3.2.

Comme détaillé en partie 5.3.2, une vanne de garde sera installée en tête de la prise d'eau. Les caractéristiques dimensionnelles de ce vannage sont présentées ci-après pour les deux sous-scénarios d'étude.

Tableau 27 : Caractéristiques du vannage de prise d'eau projeté – Scénarios 3A et 3B

	Scénario 3A 500 kW	Scénario 3B Module
Largeur	4,00 m	6,00 m
Hauteur	2,65 m	2,65 m
Cote barrage	96,80 mNGF	97,30 mNGF
Cote du seuil vannage	95,60 mNGF	
Section totale	10,60 m ²	15,90 m ²
Section en eau du vannage	4,8 m ²	10,20 m ²
Vitesse d'écoulement au fonctionnement nominal	0,58 m/s	0,51 m/s

Observation :

- Ce dimensionnement limitera la vitesse d'écoulement à l'entonnement à une valeur de l'ordre de 0,5 m/s. Cette vitesse minimisera les pertes de charge occasionnées par le passage de la vanne, permettant ainsi de préserver le productible disponible.
- Le calage altimétrique du seuil de ce vannage a été effectué afin d'éviter l'entrée de graviers dans la dérivation dans l'hypothèse d'installation d'une rehausse mobile du barrage. En effet, le seuil de prise d'eau est situé respectivement 40 cm et 60 cm au-dessus des seuils fixes des clapets des scénarios 3A 500 kW et 3B Module.

8.1.2.2. Canal d'amenée

Le présent descriptif vient compléter celui du tronç commun détaillé en partie 5.3.

Le canal d'amenée consistera en une structure béton composée d'un radier et de deux bajoyers latéraux. Leur arrase supérieure sera calée à la cote 98,25 mNGF afin d'isoler hydrauliquement la prise d'eau du cours d'eau jusqu'à des débits de crue cinquantennale (190 m³/s approx).

Le canal comportera à son extrémité aval le plan de grille ichtyocompatible. Afin de respecter les critères de dimensionnement préconisés par le cahier des charges de l'autorité environnementale tout en limitant le débit de dévalaison à la valeur de débit réservé (permet de préserver le productible), la vitesse d'approche à l'amont de la grille devra être limitée respectivement à 0,41 m/s et 0,50 m/s dans les scénarios 3A 500 kW et 3B Module. Dans cet objectif le fond du canal présentera un approfondissement progressif depuis la prise d'eau jusqu'au plan de grille.

Tableau 28 : Caractéristiques du canal d'amené projeté – Scénarios 3A et 3B

	Scénario 3A 500 kW	Scénario 3B Module
Largeur	3,00 m	4,70 m
Tirant d'eau minimum	1,20 m	1,70 m
Longueur	16,20 m	16,20 m
Section d'écoulement minimale	3,60 m ²	7,99 m ²
Vitesse d'écoulement maximale à P _{max}	0,77 m/s	0,65 m/s
Pertes de charge générées à P _{max}	< 1 cm	< 1 cm

Observation :

- Ce dimensionnement limitera la vitesse d'écoulement maximale dans le canal en deçà de 1 m/s. Les pertes de charge sur ce tronçon seront négligeables devant la chute totale exploitée par ces scénarios, permettant ainsi de préserver le productible disponible.

8.1.2.3. Dispositif de dévalaison

Le présent descriptif vient compléter celui du tronc commun détaillé en partie 5.3.3.

Un dispositif ichtyocompatible mixte dégrillage/dévalaison sera installé. L'ouvrage sera constitué :

- d'un plan de grille incliné d'entrefer réduit (entrefer déterminé en fonction des espèces cibles et de leur stade de développement) permettant l'arrêt des individus.
- d'exutoire(s) permettant le guidage vers une échappatoire. Ce(s) exutoire(s) sera(ont) alimenté(s) gravitairement en eau en tout temps.
- d'un dispositif de retour forcé au cours d'eau. Il s'agira d'un chenal de dévalaison alimenté en eau gravitairement par le(s) exutoire(s). Il déversera dans la fosse de dissipation de pied de barrage.

L'ensemble du dispositif de dévalaison sera installé à l'entrée de la dérivation, à l'aval immédiat de la vanne de prise d'eau. Ce choix est motivé par les critères techniques et énergétiques exposés ci-après :

Préservation du productible

- L'installation d'un ouvrage de dévalaison nécessitera l'attribution d'un débit de dévalaison permanent. L'implantation du dispositif directement à l'aval de la prise d'eau permettra une restitution du débit de dévalaison en pied de barrage. Ce dernier participera donc au débit réservé, ce qui préservera la ressource en eau disponible pour le turbinage.

Facilitation de l'exploitation

- L'installation d'une barrière physique aux poissons en tête de dérivation évitera la réalisation de pêche de sauvetage à l'aval du dispositif lors de mise hors d'eau de l'ouvrage dans le cadre d'opérations de maintenance.

- Le chenal de dévalaison assurera également le retour des dégrillats au cours d'eau. Ce type de dispositif évite ainsi l'installation et la maintenance d'une pompe tel que prévu sur des goulottes dédiées exclusivement aux dégrillats.

Prise en compte de la problématique d'engrèvement

Les plans de grilles fines sont particulièrement sensibles au colmatage. Un piège à graviers associé à une vanne de dessablage sera réalisé à l'amont immédiat de la grille. L'ouverture combinée de l'organe de dessablage et de la vanne de prise d'eau permettra l'hydrocurage du piège.

Cet ouvrage réduira la fréquence des opérations de nettoyage manuel des grilles et évitera une usure prématurée de la roue de la turbine.



Figure 34 : *Exemple de piège à graviers favorisant l'hydrocurage
(Etudes et maîtrise d'œuvre Green Power Design)*

Prise en compte de la problématique de colmatage

Conformément aux dernières évolutions du cahier des charges de l'autorité environnementale concernant la dévalaison, le plan de grille sera incliné à 26° par rapport à l'horizontale. Son entrefer sera de 2 cm afin d'empêcher la pénétration par la truite fario et l'anguille, principales espèces cibles sur ce tronçon de la Gravona.

Cet entrefer réduit imposé par l'autorité environnementale rendra le plan de grille sensible au colmatage. Afin de traiter cette problématique, le nettoyage du plan de grille s'effectuera par un dégrilleur fixe à crémaillères. Les râtaux de ces dispositifs seront équipés de dents qui s'inséreront au sein de chacun des entrefers de la grille. Cette spécificité technique améliorera l'efficacité du dégrillage.

Toujours dans l'objectif de limiter le colmatage, les barreaux présenteront un profil dit « hydrodynamique ». Grâce à ce profil, l'espacement minimal est observé en un point réduit du barreau ce qui permet l'évacuation vers l'aval des éléments grossiers.

De plus, ce profil réduit les turbulences au passage de la grille et préserve ainsi le productible par la réduction des pertes de charge.

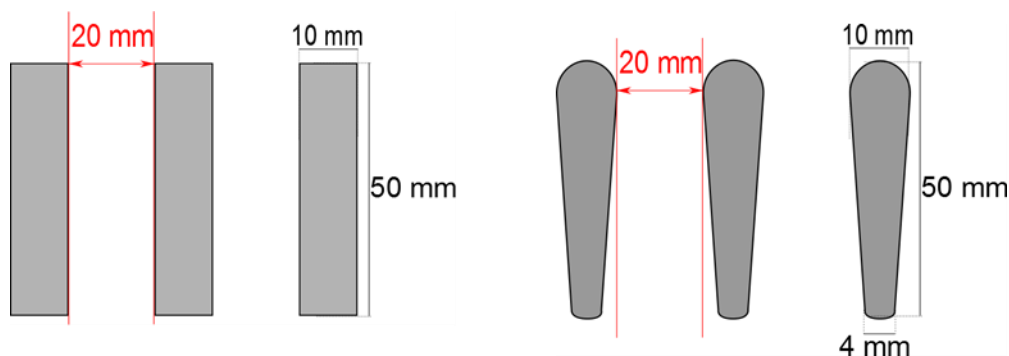


Figure 35 : *Schéma de barreaux à profil rectangulaire (à gauche) et hydrodynamique (à droite)*

Observations :

- Le plan de grille sera volontairement largement surdimensionné par rapport aux valeurs planchers imposés pour le franchissement piscicole. En effet, le rapport $\frac{\text{Surface utile de grille}}{\text{débit turbiné}}$ sera de l'ordre de 4 contre 2,50 préconisé par l'AFB. Ce choix permettra de rendre le plan de grille moins sensible au colmatage permanent et de limiter les pertes de charge. Au-delà il permettra de retarder l'arrêt de l'installation lors d'épisodes de fortes eaux.
- Afin de limiter l'influence du colmatage sur la production, le dégrillage sera automatisé et assujéti à la perte de charge. Celle-ci sera mesurée en continu par un couple de sondes installées à l'amont et à l'aval immédiat du plan de grille.

8.1.2.4. Mise en charge

La mise en charge de la conduite s'effectuera à l'aval immédiat de la grille de prise d'eau ichtyocompatible. Le canal s'approfondira pour former une chambre au sein de laquelle s'établira un tirant d'eau suffisant afin d'éviter l'entrée d'air au sein de la conduite. La charge d'eau appliquée sur la génératrice supérieure a été calculée à l'aide de formules hydrauliques classiques selon les règles de l'art à partir des caractéristiques de la conduite forcée, de la vitesse d'amenée dans la chambre et du débit dérivé. Ainsi, cette charge s'établit respectivement à 2,00 m et 3,60 m pour les scénarios 3A 500 kW et 3B Module.

La génératrice inférieure sera installée à 20 cm du fond de de la chambre de mise en charge afin d'éviter l'entrée de gravier au sein de la conduite. Une vannette de vidange assurera l'hydrocurage des graviers décantés et l'assèchement de la chambre.

La chambre sera recouverte d'un caillebotis ou d'un plancher béton afin d'éviter toute dégradation de la machine par suite d'un acte de malveillance.



Figure 36 : Projection du barrage clapet et de la prise d'eau -Scénarios 3A et 3B

8.1.3. Prédimensionnement de la conduite forcée

8.1.3.1. Matériau de la conduite

Le présent descriptif vient compléter celui du tronc commun détaillé en partie 5.5.1.1.

Pour les raisons détaillées ci-après, il est prévu d'installer une conduite en Polyester Renforcé de fibres de Verre (PRV) :

- Il s'agit d'un matériau sensiblement plus léger que l'acier. Le bardage des tubes sur le tracé de l'ancien canal pourra donc se faire par héliportage, réduisant ainsi le coût de pose de la conduite. Une attention particulière sera portée aux plans de vol afin de prendre en compte les enjeux environnementaux identifiés par le ZNIEFF de type 1 et au parc régional Corse situés à proximité du site.
- Il s'agit d'un matériau dont la faible rugosité crée un minimum de pertes de charge linéaires.
- Il s'agit d'un matériau qui ne se corrode pas et dont le coefficient de frottement ne se dégrade pas (contrairement à l'acier). Il n'a donc pas besoin d'être peint et peut être enterré sans risque de vieillissement prématuré.
- La pose s'effectue par emboîtement. Dans le cas de la PCH de Péri, la pose dans le canal historique ne nécessitera donc pas la création de chambre de soudure (pas de terrassement).

La conduite sera posée sur des pilettes béton et maintenue par des cerclages métalliques.

8.1.3.2. Diamètre / linéaire de la conduite

Le diamètre de la conduite forcée détermine la vitesse d'écoulement au sein du tube. Plus le diamètre de conduite est petit et plus la vitesse d'écoulement est importante. Les pertes de charge générées par la conduite évoluant avec le carré de la vitesse, le sous-dimensionnement d'une conduite peut être à l'origine d'une importante perte de productible.

A l'inverse, sur des installations de moyenne chute, la part de la conduite forcée dans l'enveloppe globale financière du projet est importante (de l'ordre de 25 % dans le cas du présent projet). Un surdimensionnement de l'ouvrage occasionne un surinvestissement que le faible gain de productible généré ne justifie pas.

Le diamètre optimal de conduite constitue donc le meilleur compromis entre coût d'investissement de la conduite et productible de l'installation.

D'expérience, le diamètre optimal d'une conduite forcée sur une installation de moyenne chute est atteint pour une vitesse d'écoulement de l'ordre de 2 m/s au débit nominal de l'installation.

Le diamètre de tube permettant d'approcher cette vitesse a donc été calculé. Il constitue la valeur de référence dans le cadre d'un travail d'optimisation du dimensionnement de la conduite.

Afin d'affiner le dimensionnement, la fourniture de la conduite forcée (et pièces spéciales) a été chiffrée pour un diamètre supérieur et un diamètre inférieur de tube (au pas de 100 mm) autour de la valeur de référence.

En parallèle, le productible de l'installation a été calculé en tenant compte des pertes de charge générées pour chacun des diamètres de tube.

A l'issue de cette analyse, il apparaît que les diamètres optimaux de conduite forcée sont les suivants.

- **1 200 mm** pour le scénario 3A 500 kW.
- **1 700 mm** de diamètre pour le scénario 3B Module.

Afin de réduire les coûts de fourniture des tubes, il est prévu de choisir deux diamètres différents afin de les télescoper lors du transport. Ainsi, les caractéristiques de la conduite forcée selon les scénarios seront les suivantes :

Tableau 29 : Caractéristiques de la conduite forcée selon les scénarios 3A / 3B

	Scénario 3A <i>500 kW</i>	Scénario 3B <i>Module</i>
Débit nominal	2,30 m ³ /s	4,70 m ³ /s
Diamètre 1	1 300 mm	1 700 mm
Vitesse linéaire 1	1,73 m/s	2,07 m/s
Linéaire diamètre 1 (Partie amont)	660 m	
Diamètre 2	1 100 mm	1 600 mm
Vitesse linéaire 2	2,42 m/s	2,34 m/s
Linéaire diamètre 2 (Partie aval)	660 m	

8.1.4. Bâtiment d'usine

Le présent descriptif vient compléter celui du tronc commun détaillé en partie 5.5.1.5.

L'usine abritera le groupe de production ainsi que l'ensemble de l'équipement électromécanique. Il s'agira d'un bâtiment d'environ 20 à 30 m² d'emprise d'au sol. Afin de limiter les travaux de terrassement et d'assurer son intégration paysagère, il sera réalisé sur deux niveaux selon la pente du terrain naturel. Le bâtiment recevra un traitement acoustique afin d'empêcher toute nuisance sonore.



Figure 37 : Vue d'une usine équipée d'une DIVE Hax
(Etudes et MOE GPDesign)

La restitution du groupe de production s'effectuera dans l'axe du cours d'eau afin d'éviter un phénomène de cisaillement de la veine hydraulique en sortie d'aspirateur.

Les plans de niveau esquisse (ESQ) de la PCH selon les scénarios 3A et 3B sont présentés en annexe 2.

8.2. Étude énergétique

L'étude énergétique a pour objectif d'étudier les puissances caractéristiques et le productible des aménagements projetés. Cette étude dépend donc de la hauteur de chute, des modalités de turbinage et des rendements des équipements électromécaniques. Cette section détaille ces trois paramètres ainsi que les résultats obtenus.

8.2.1. Hydrologie

La définition de l'hydrologie considérée pour la modélisation de l'aménagement projeté fait l'objet d'une analyse dédiée présentée en partie 3.

Les données utilisées dans le cadre du modèle de l'aménagement sont issues des enregistrements des débits journaliers à la station hydrologique de Péri sur la chronique 1999-2022.

La courbe de tendance des modules moyens annuels présente une pente positive, illustrant une augmentation de l'hydrologie moyenne annuelle depuis 1999. Afin de travailler à partir d'hypothèse conservatrice vis-à-vis du productible potentiel, il est retenu de ne pas tenir compte de cette tendance haussière. Le calcul du productible s'effectuera donc à partir des données hydrologiques sans traitement statistique.

8.2.2. Débit d'équipement

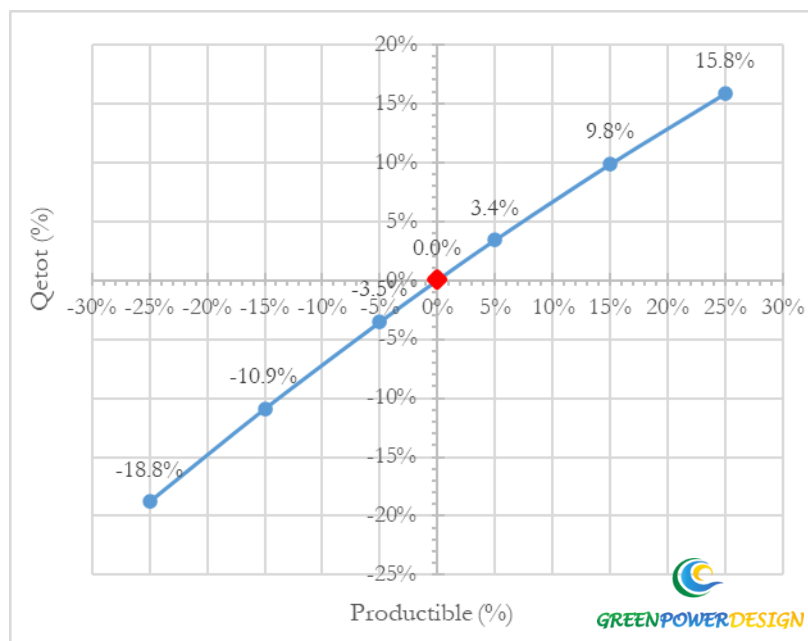
En règle générale, le débit d'équipement optimum d'un aménagement hydroélectrique peut être approché selon deux méthodes :

- Débit optimum économique : Il permet l'atteinte du meilleur rapport entre cout d'investissement initial et chiffre d'affaires généré.
- Débit optimum énergétique : Tenant compte de l'hydrologie du cours d'eau, il constitue le point d'équilibre entre :
 - o La capacité à turbiner les hauts débits, impliquant un aménagement ayant un débit maximum turbinable élevé. L'accroissement de ce paramètre est corrélé avec une augmentation de l'investissement initial.
 - o La capacité à turbiner les bas débits impliquant l'installation d'une turbine ayant un débit d'armement faible et un débit maximum réduit.

Dans le cas présent, en l'absence de visibilité sur les modalités de valorisation de l'énergie produite (cf. partie 6), il a été retenu de définir une fourchette de débits dérivés pertinents plutôt qu'un débit unique. L'étude énergétique présentera les résultats obtenus pour les bornes supérieures et inférieures de cette fourchette définies comme suit :

Borne inférieure : Scénario 3A : Il s'agit du débit d'équipement permettant l'atteinte de la puissance électrique livrée au réseau maximale pouvant être valorisée dans le cadre d'un contrat d'obligation d'achat. À ce jour le contrat en question est le H16OA pour une puissance maximale de 500 kW. Considérant l'ensemble des caractéristiques de l'installation projetée, cette puissance de 500 kW est atteinte pour un débit d'équipement de **2,30 m³/s**.

Le graphique et le tableau ci-dessous présentent en rouge la borne inférieure déterminée et en bleu les variations de débit autour de celle-ci.



$Q_e \text{ (m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$	1.7	2.0	2.185	2.3	2.415	2.6	2.9
% Q_{ref}	-25%	-15%	-5%	0.0%	5%	15%	25%
Prod (MWh)	1954	2144	2321	2406	2489	2643	2788
% Prod _{ref}	-18.8%	-10.9%	-3.5%	0.0%	3.4%	9.8%	15.8%

Figure 38 : Optimisation du débit d'équipement selon le scénario 3A 500 kW

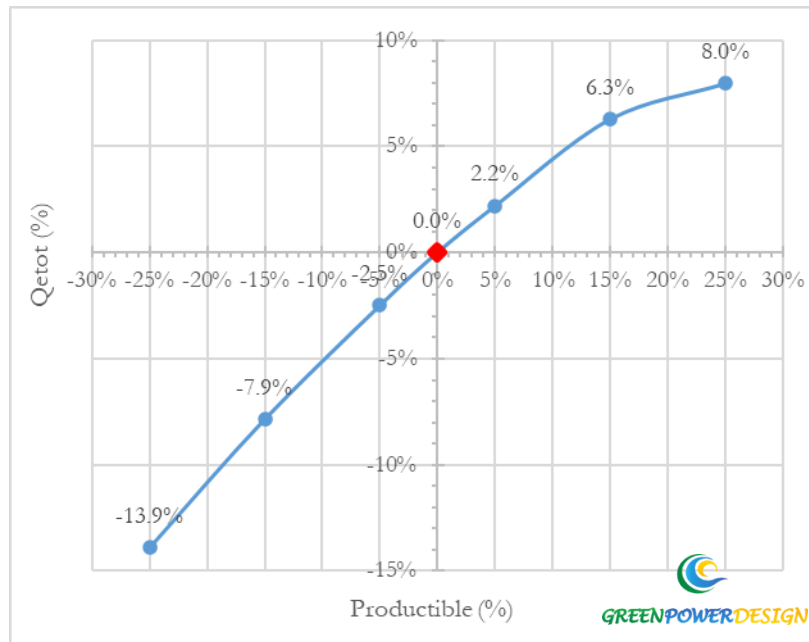
Comme attendu, selon cette borne inférieure de débit, l'installation apparaît sous équipée par rapport à la capacité hydrologique du cours d'eau.

Borne supérieure : Scénario 3B : Il s'agit de la valeur optimale énergétique en considérant les contraintes suivantes :

- Diamètre de CF limité par la largeur existante du canal,
- Recherche du meilleur compromis entre le cout de la conduite forcée et la production générée,
- Volonté de conserver un temps de fonctionnement équivalent pleine puissance de l'ordre de 3 500 h afin de sécuriser l'atteinte du productible cible.

Selon cette approche, le mode de valorisation de l'énergie n'est donc pas un critère participant du choix du débit d'équipement.

En considérant les caractéristiques de loi de chute et de capacité hydrologiques de la Gravona, le débit optimum énergétique est de **4,70 m³/s** correspondant au module du cours d'eau.



Q _e (m ³ .s ⁻¹)	3.5	4.0	4.465	4.7	4.935	5.4	5.9
% Q _{ref}	-25%	-15%	-5%	0.0%	5%	15%	25%
Prod (MWh)	3360	3597	3806	3903	3989	4148	4214
% Prod _{ref}	-13.9%	-7.9%	-2.5%	0.0%	2.2%	6.3%	8.0%

Figure 39 : Optimisation du débit d'équipement selon le scénario 3B Module

La définition d'une fourchette de débit d'équipement plutôt qu'une valeur permettra, dans l'hypothèse d'une évolution du cadre tarifaire, d'extrapoler les résultats obtenus afin d'arbitrer quant au débit d'équipement optimum.

8.2.3. Loi de chute

8.2.3.1. Données d'entrée

Plusieurs relevés topographiques des lignes d'eau ont été réalisés par *Green Power Design* et un géomètre expert au niveau du barrage et au point de restitution de la PCH dans diverses conditions de débit. Les données brutes utilisées pour la construction de la loi de chute sont présentées ci-après.

Tableau 30 : Données d'entrées utiles à l'établissement de la loi de chute des scénarios 3A et 3B

Date du levé	Débit de la Gravona (m ³ .s ⁻¹)	Niveau d'eau Pied de barrage (mNGF)	Niveau d'eau restitution PCH (mNGF)
7/06/2024 (Réalisé par Sibella)	1,3 <i>0,3 fois le module</i>	--	66,16 mNGF ¹⁴
30/01/2024 (Réalisé par Sibella)	2,0 <i>0,43 fois le module</i>	91,47	
29/02/2024 (Réalisé par Sibella)	26,0 <i>5,6 fois le module</i>	92,55	
27/02/2024 (Réalisé par Sibella)	60,0 <i>13 fois le module</i>	93,60	



Un seul relevé de la ligne d'eau à la restitution a été réalisé dans le cadre de la présente étude. Aussi, l'évolution de la ligne d'eau aval en fonction de l'hydrologie de la Gravona est considérée similaire à celle relevée en pied de barrage avec comme point de référence celui du relevé effectué le 7/06/2024.

Ainsi, les données calculées pour l'établissement de la loi de chute brute sont :

Tableau 31 : Données d'entrées utiles à l'établissement de la loi de chute - Scénario 3A 500 kW

Point de fonctionnement	Débit de la Gravona (m ³ .s ⁻¹)	Niveau d'eau amont (mNGF)	Niveau d'eau restitution (mNGF)	Chute brute (m)
Débit d'armement + débit réservé	0,81	96,80	66,68	30,12
Débit d'équipement + débit réservé	2,77		66,80	30,00
Débit d'arrêt (hautes eaux)	27,73	97,49	68,50	28,99

Tableau 32 : Données d'entrées utiles à l'établissement de la loi de chute - Scénario 3B Module

Point de fonctionnement	Débit de la Gravona (m ³ .s ⁻¹)	Niveau d'eau amont (mNGF)	Niveau d'eau restitution (mNGF)	Chute brute (m)
Débit d'armement + débit réservé	0,94	97,30	66,14	31,16
Débit d'équipement + débit réservé	5,17		66,36	30,94
Débit d'arrêt (hautes eaux)	27,73	97,95	67,95	30,00

A partir de ces données, l'évolution des lignes d'eau amont et aval a été calculée par extrapolation linéaire sur l'ensemble de la plage des débits classés reconstitués.

Observation :

- Dans le cadre de l'étude d'avant-projet (AVP), des relevés topographiques de la ligne d'eau au point de restitution devront être effectués dans diverses conditions de débits. Ce point sera fondamental pour assurer un calage altimétrique correct du groupe de production.

8.2.3.3. Pertes de charge

Les pertes de charge sont de deux types :

- Linéaires, se produisant à cause des frottements notamment au sein de la conduite d'amenée,
- Singulières, se produisant au passage d'obstacles perturbant l'écoulement tels que le plan de grille ou les coudes au sein de la conduite.

Les pertes de charge linéaires dépendent directement du matériau, du diamètre et de la longueur de la conduite forcée. Les pertes de charge singulières dépendent uniquement des singularités présentes sur son linéaire.

Les pertes de charge linéaires ΔH_{lin} sont calculées selon la formule suivante :

$$\Delta H_{lin} = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Avec : λ : le coefficient de perte de charge linéaire (-)

L : la longueur de la conduite (m)

D : le diamètre de la conduite (m)

V : la vitesse d'écoulement (m/s)

g : l'accélération de la pesanteur (9,81 m/s²)

Le coefficient de perte de charge linéaire λ est calculé par itération selon la formule de Colebrook :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.7 D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right)$$

Avec : k : la rugosité de la conduite (m)

Re : le nombre de Reynolds (-)

Concernant les scénarios de PCH de Péri, les pertes de charge ont été calculées comme suit :

Tableau 33 : Pertes de charge calculées au fonctionnement nominal - Scénarios 3A et 3B

Ouvrage	Perte de charge (m)	
	Scénario 3A 500 kW	Scénario 3B Module
Singulières		
Vannage de prise d'eau	< 0,01	
Grille ichtyocompatible	0,06	
Entonnement conduite	0,03	
Coudes conduite	0,19	0,22
Linéaires		
Canal d'amenée	< 0,01	
Conduite forcée	2,34	1,87
Canal de fuite	0,01	
TOTAL	2,63 m	2,19 m

Observation :

- Les pertes de charge représentent respectivement 8,8 % et 7,1 % de la hauteur de chute brute au débit d'équipement des scénarios 3A 500 kW et 3B Module.

8.2.3.4. Chute nette

La chute nette se définit comme la chute brute à laquelle sont ôtées les pertes de charge générées par les différents ouvrages de la dérivation.

L'évolution de la chute nette selon les conditions hydrologiques caractéristiques des deux sous-scénarios d'étude est présentée ci-après.

Tableau 34 : Niveaux d'eau considérés pour l'évolution de la hauteur de chute nette – Scénarios 3A et 3B

Condition hydrologique	Scenario 3A 500 kW			Scenario 3B Module		
	Hbrute (m)	ΔH_{tot} (m)	Hnette (m)	Hbrute (m)	ΔH_{tot} (m)	Hnette (m)
Débit d'armement + débit réservé	30,12	--	30,12	31,16	--	31,16
Débit d'équipement + débit réservé	30,00	2,63	27,37	30,94	2,19	28,75
Débit d'arrêt (hautes eaux)	28,99		26,36	30,00		27,81

8.2.4. Rendements et modalités de turbinage

8.2.4.1. Choix du type de turbine

Le choix du type de turbine est détaillé en partie 5.5.1.4.

Les deux scénarios mettront en jeu un groupe de type Dive HAX hybride. L'architecture des machines sera identique pour les deux scénarios d'études. Seul leur dimensionnement (distributeur, roue, alternateur...) sera adapté en fonction du débit d'équipement.

En première approche, les machines optimisées pour les couples hauteur de chute/débit des scénarios étudiés présenteraient les caractéristiques suivantes :

Tableau 35 : Caractéristiques des turbines selon les scénarios 3A et 3B

	Scénario 3A 500 kW	Scénario 3B Module
Type	DIVE HAX Hybride	
Diamètre de roue	750 mm	1 080 mm
Vitesse de rotation max	500 rpm	300 rpm
P _{élec} max	530 kW (Bridée à 500 kW)	1 125 kW

8.2.4.2. Rendements des équipements

Les chaînes électromécaniques qui seront installées sur les scénarios 3A et 3B seront similaires :

Tableau 36 : Chaîne électromécanique selon les scénarios 3A et 3B

Scénario 3A 500 kW	Scénario 3B Module
Turbine	
Alternateur	
Convertisseur de fréquence	
Transformateur (Injection HTA)	-- (Injection BT)

Il est précisé que le convertisseur ne fonctionne que lorsque le débit entonné par la turbine est inférieur à 70 % du débit nominal. Au-delà, le convertisseur n'est pas mis en fonctionnement afin de maximiser le rendement de l'installation.

Le turbinier Dive fournit le rendement global de l'ensemble {turbine – alternateur – convertisseur}, dont l'évolution est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 37 : Rendement de l'ensemble {turbine – alternateur – convertisseur} pour la turbine Dive HAX (Scénarios 3A et 3B) (Source : Dive Turbinen)

Point de fonctionnement	15 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
Rendement	15.54%	15.54%	15.54%	15.54%	15.54%	15.54%	15.54%	15.54%	15.54%	15.54%

Pour les deux scénarios d'étude, les rendements à chacun des points de fonctionnement se multiplient au rendement des équipements auxiliaires (pris à 99 %). Par ailleurs, le scénario 3B Module comprend dans sa chaîne de production un transformateur HTA dont le rendement est évalué à 98 %.

Ainsi, les rendements globaux des chaînes sont détaillés ci-après :

Tableau 38 : Rendement global de la chaîne électromécanique – Scénario 3A 500 kW

Point de fonctionnement	15 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
Rendement global Sc 3A 500 kW	15.2%	46.5%	62.8%	69.4%	75.2%	79.0%	81.3%	83.3%	83.4%	82.7%

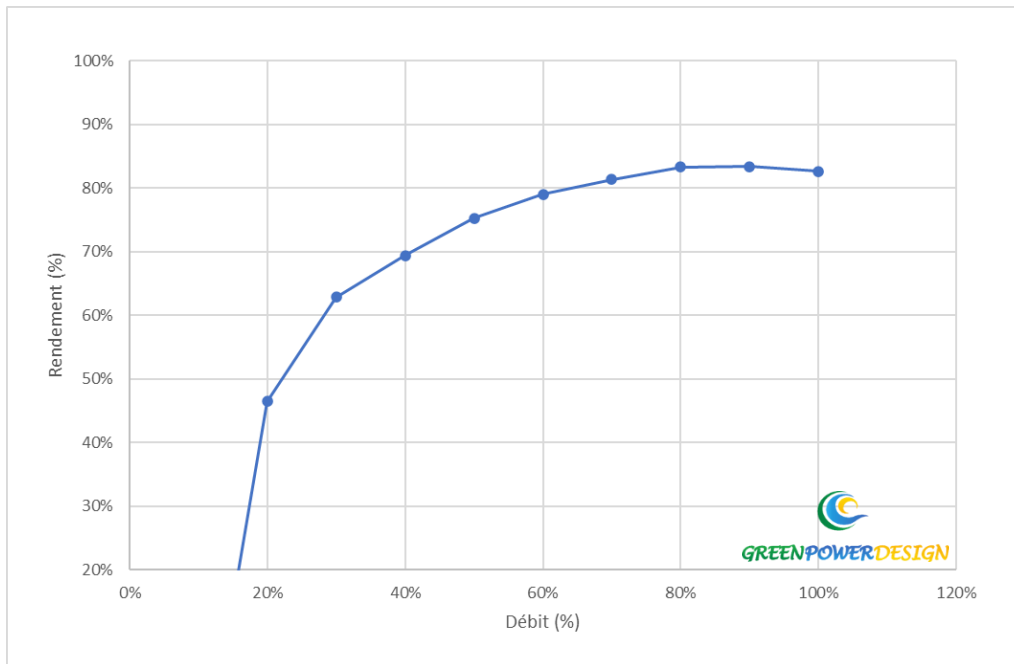


Figure 41 : Rendement global de la chaîne électromécanique complète – Scénario 3A 500 kW

Tableau 39 : Rendement global de la chaîne électromécanique complète – Scénario 3B Module

Point de fonctionnement	15 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
Rendement global	14.2%	46.5%	62.8%	69.4%	75.2%	79.0%	81.3%	83.3%	83.4%	82.7%

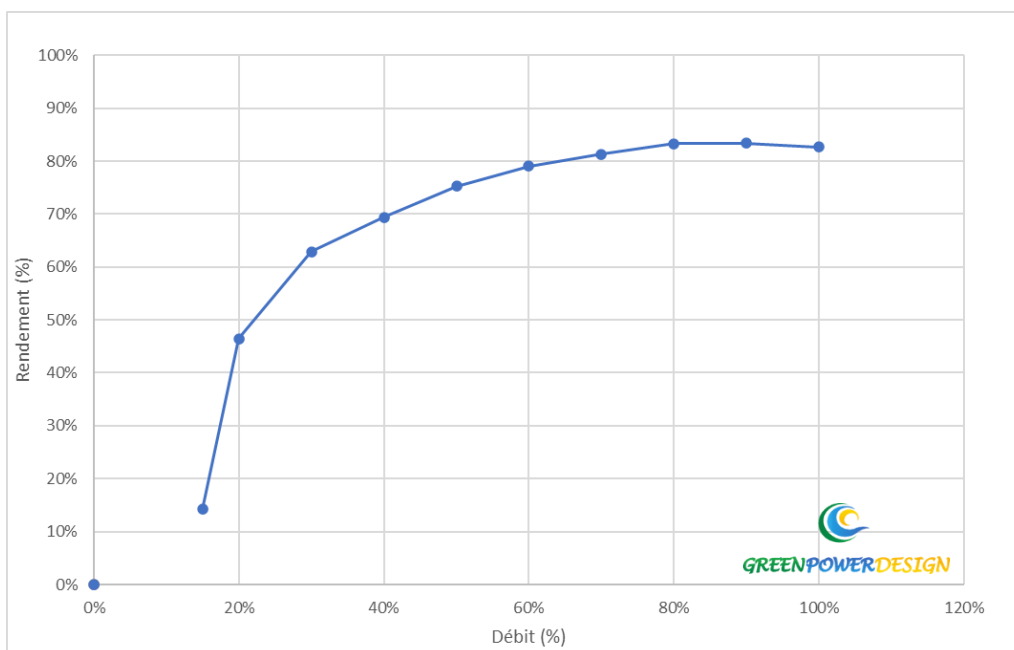


Figure 42 : Rendement global de la chaîne électromécanique complète – Scénario 3B Module

8.2.4.3. Débit d'armement

Le débit d'armement des turbines Dive HAX hybrides est de 15 % du débit d'équipement. Cette valeur a été renseignée par le turbinier DIVE pour les scénarios spécifiques étudiés.

Tableau 40 : Débit d'armement selon les scénarios 3A et 3B

	Scénario 3A 500 kW	Scénario 3B Module
Débit d'armement	0,35 m ³ /s 15 % Q_e	0,71 m ³ /s 15 % Q_e

8.2.4.4. Arrêt de turbinage

Les installations de basse et moyenne chute installées sur des rivières à régime pluvial méridional sont arrêtées entre 6 et 9 jours en moyenne sur une année pour cause d'hydrologie trop importante. Ces mises en chômage permettent de réduire l'engravement des dérivations et évitent des dégradations accidentelles des ouvrages.

Considérant les épisodes de crue intense observés sur la Gravona et l'accroissement de la fréquence de ces épisodes, il est considéré une durée d'arrêt de 10 jours par an dans la présente étude.

En reportant cette durée 10 jours sur la courbe des débits classés, il s'avère que le débit d'arrêt est de 28 m³/s, soit de l'ordre de 6 fois le module.

8.2.4.5. Disponibilité de l'installation

Pour une installation neuve bénéficiant d'une supervision adaptée et exploitée par un professionnel, comme ce sera le cas pour cet aménagement, le taux de disponibilité pris en compte est égal à 98 %.

Les machines envisagées (DIVE Hax hybride) présentent l'avantage de nécessiter moins d'opération de maintenance courante. Par ailleurs, la configuration de l'usine (toiture démontable) et l'architecture du groupe (attaque directe) permettra la dépose/repose du groupe en 1 journée dans le cas d'opération de maintenance lourde.

Par ailleurs, le caractère hybride de ces groupes apporte une résilience accrue en cas de panne du convertisseur de fréquence, la turbine pouvant fonctionner normalement entre 80 % et 100 % de sa puissance nominale sans utiliser le convertisseur de fréquence.

8.2.5. Productible et analyse des résultats

8.2.5.1. Scénario 3A 500 kW

Les points de fonctionnement caractéristiques de l'installation sont présentés ci-après.

Tableau 41 : Points de fonctionnement caractéristiques du scénario 3A 500 kW

$\mathcal{P}$ caractéristiques		Turbine 1	
		Hb1	Hn1
PMB _{administrative}	677 kW	30.13 m	30.13 m
PMB	677 kW	30.00 m	27.37 m
PMD	500 kW	28.99 m	26.43 m
PNB	548 kW		
PND	409 kW		
		Pélec max 500 kW	
		Tps fonction. Pmax 4769 h	

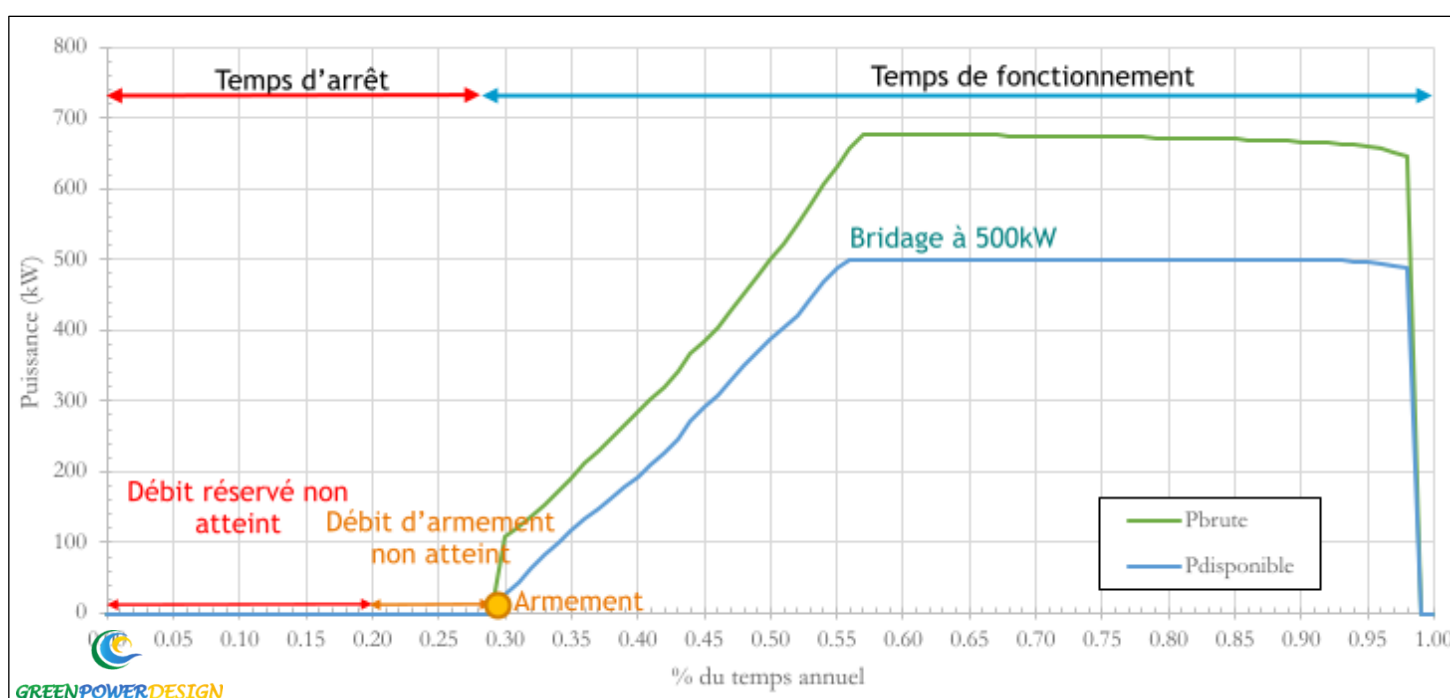


Figure 43 : Courbe d'évolution de la puissance de l'installation – Scénario 3A 500 kW

Graphiquement, l'aire sous la courbe de puissance correspond au productible de l'aménagement sur une année moyenne. Le productible de l'aménagement est déterminé par calcul d'intégrale.

Tableau 42 : Productible généré par la PCH de Péri - Scénario 3A 500 kW

Eté	Hiver	Total
952 MWh	1 433 MWh	2 385 MWh

Observations :

- Le plateau observé sur la courbe de puissance disponible illustre le bridage de l'installation à 500 kW, correspondant à la puissance plafond du contrat d'achat de type H16OA.

- Malgré le sous-équipement¹⁵ de ce scénario, les épisodes de sécheresse particulièrement intenses et prolongés caractéristiques de la Gravona entraînent une durée moyenne annuelle de 106 jours pendant laquelle le débit du cours d'eau disponible pour le turbinage restera inférieur au débit d'armement de la machine. Dans ces conditions, l'installation sera arrêtée.
- Le sous-équipement s'observe par un temps de fonctionnement équivalent pleine puissance élevé (4 769 h) par rapport à des installations similaires (3 500 h à 4 000 h pour une installation de moyenne chute sur un cours d'eau à régime pluvial méridional). Ce sous-équipement permet de limiter les écarts de productible interannuel, sécurisant ainsi le prévisionnel d'exploitation. En contrepartie, la production moyenne est inférieure à un scénario équipé à l'optimum énergétique.

8.2.5.2. Scénario 3B Module

Les points de fonctionnement caractéristiques de l'installation sont présentés ci-après.

Tableau 43 : Points de fonctionnement caractéristiques du scénario 3B Module

P caractéristiques		Point caractéristique	Turbine 1	
			Hb1	Hn1
PMB _{administrative}	1383 kW	Qarmement de la turbine	31.18 m	31.18 m
PMB	1424 kW	Qe de la turbine	30.89 m	28.70 m
PMD	1084 kW	Qarrêt	30.00 m	27.86 m
PNB	943 kW	Pélec max	1083 kW	
PND	643 kW	Tps fonction. Pmax	3574 kW	

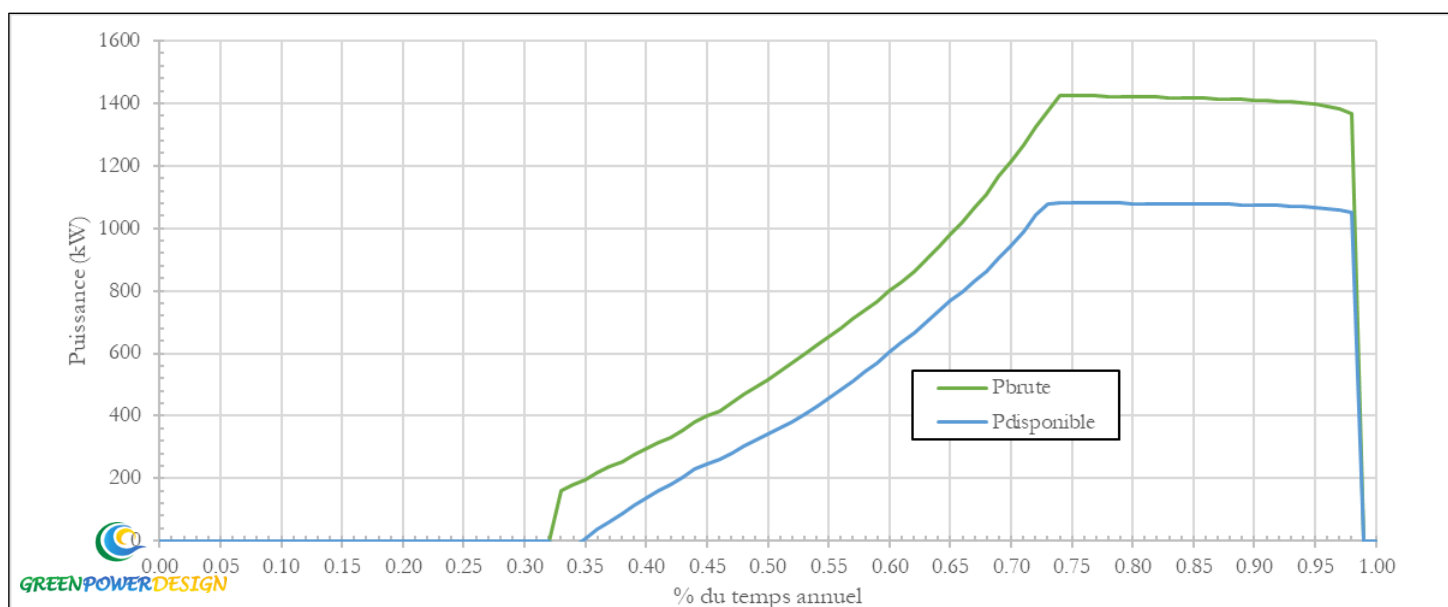


Figure 44 : Courbe d'évolution de la puissance de l'installation – Scénario 3B Module

Graphiquement, l'aire sous la courbe de puissance correspond au productible de l'aménagement sur une année moyenne. Le productible de l'aménagement est déterminé par calcul d'intégrale.

¹⁵ Scénario dimensionné pour limiter la puissance électrique à 500 kW.

Tableau 44 : Productible généré par la PCH de Péri - Scénario 3B Module

Eté	Hiver	Total
1 433 MWh	2 438 MWh	3 870 MWh

Observations :

- Selon ce scénario, le débit du cours d'eau disponible pour le turbinage restera inférieur au débit d'armement de la machine pendant une durée moyenne annuelle de 117 jours. Dans ces conditions, l'installation sera arrêtée.
- Le débit d'équipement correspondant au débit optimum énergétique, le temps de fonctionnement équivalent pleine puissance de ce scénario est de 3 574 h soit proche de celui d'installations similaires (cf. supra).

8.3. Etude économique

8.3.1. Chiffre d'affaires

Le chiffre d'affaires issue de la vente d'énergie dépend de la production déterminée par l'étude énergétique et du tarif permettant de la valoriser. Comme détaillé en partie 8.2, seul le scénario 3A 500 kW est éligible à un contrat d'obligation d'achat. Le scénario 3B Module sera lui soumis à un contrat de type gré à gré. Le tarif de vente de l'énergie dans le cadre de ce contrat devra être négocié avec la Commission de Régulation de l'Energie. Les données relatives à l'investissement (CAPEX), productible et cout d'exploitation (OPEX) détaillées dans la présente étude constituent l'ensemble des éléments utiles au porteur de projet pour négocier ce contrat.

Ainsi, seul le scénario 3A 500 kW sera détaillé dans la présente partie. L'aménagement projeté selon le scénario 3A 500 kW sera éligible à un contrat « H16OA – basse chute ». Ce tarif est réglementé par l'arrêté du 13 décembre 2016, actualisé au 1^{er} janvier 2024. À partir du productible défini ci-avant, le chiffre d'affaires moyen annuel a pu être calculé.

Tableau 45 : Détail du tarif H16 actualisé au 1^{er} janvier 2024 et CA selon le scénario 3A 500 kW

	Tarif à 1 composante	Tarif à 2 composantes	
		Eté	Hiver
Tarification H16 OA	168,78€/MWh	122,75 €/MWh	232,71 €/MWh
Chiffre d'affaires annuel moyen	402 583 k€	116 844 €	333 422 €
		450 266 €	

Observation :

- L'analyse met en avant un chiffre d'affaires 12 % supérieur avec un tarif à 2 composantes. Ce dernier est donc économiquement plus avantageux. Une attention est néanmoins portée sur le fait que 65 % du chiffre d'affaires est réalisé sur la période hivernale (au sens tarifaire). Le choix d'un tarif à 2 composantes exposera donc l'installation à un risque en cas de désordre sur la période hivernale.

8.3.2. Investissements initiaux

Les investissements nécessaires au développement et à la mise en œuvre de chacun des scénarios ont été chiffrés.

8.3.2.1. Etudes et frais de développement

8.3.2.1.1. *Dossiers administratifs*

La puissance maximale brute de l'installation étant inférieure à 4,5 MW, le projet sera soumis à autorisation environnementale unique de construire et d'exploiter au titre de l'article L.214-1 du code de l'environnement. Le présent poste comprend l'ensemble des études techniques et environnementales ainsi que le suivi administratif nécessaire à l'obtention de cette autorisation environnementale.

8.3.2.1.2. *Maîtrise d'œuvre*

Le maître d'œuvre sera chargé de la bonne exécution du programme.

Considérant l'état d'avancement du projet (étude de faisabilité), le présent chiffrage comprend l'ensemble des éléments de mission de maîtrise d'œuvre (AVP, PRO, ACT, VISA, DET, AOR, OPC).

8.3.2.1.3. *Autres études / Prestation intellectuelles*

Préalablement à la phase de travaux, des études géotechniques seront réalisées sur les différentes zones de travaux (prise d'eau, canal d'amenée, zone d'implantation de l'usine).

Au vu de la consistance du projet, lors de la phase de travaux, plusieurs entreprises seront amenées à cohabiter sur le chantier. Dès lors, un coordonnateur SPS devra être mandaté.

Le chiffrage des postes de travaux ci-après est effectué sur la base des dimensions d'ouvrages détaillés en partie 8.1 et illustrées sur les plans de projet présentés en annexe 2.

8.3.2.2. Barrage

Ce poste comprend :

- Les postes généraux et l'isolement hydraulique de la zone de travaux (batardage par demi-lit),
- Les reprises / réparations à effectuer sur le barrage existant,
- Une rehausse fixe maçonnée réalisée en béton armé,
- Les ouvrages de génie civil nécessaires à l'installation de clapet(s) en crête du barrage,
- La fourniture et la pose de clapet(s) mobile(s) en crête du barrage (compris groupe hydraulique),

Observation :

- Dans le cadre du dossier de projet (PRO), il sera nécessaire de réaliser des études géotechniques au voisinage du barrage ainsi qu'un diagnostic de l'ouvrage. Les données issues de ces études permettront de déterminer précisément la nature et la consistance des travaux de rénovation et de rehausse à entreprendre.

8.3.2.3. Prise d'eau

Ce poste comprend :

- Démolition et évacuation des anciens ouvrages de prise d'eau en rive droite,
- Terrassement / génie civil de la prise d'eau, du canal d'amenée, et de la chambre de mise en charge,
- Construction d'un massif de départ de la conduite forcée,
- Fourniture/pose d'une vanne d'isolement,
- Fourniture/pose d'un plan de grille ichtyocompatible/exutoire(s)/goulotte de dévalaison,
- Fourniture/pose d'un dégrilleur,
- Fourniture et pose d'une vanne de dessablage,
- Fourniture et pose d'une vannette de vidange de la mise en charge.

Observation :

- Afin de travailler à partir d'une hypothèse conservatrice vis-à-vis de l'enveloppe de travaux, il est considéré que la totalité du volume à terrasser consistera en du déroctage en pleine masse.

8.3.2.4. Bâtiment d'usine

Ce poste comprend :

- Terrassement / réalisation d'une piste d'accès depuis le réseau viaire existant jusqu'au bâtiment d'usine. A ce stade, il est considéré une piste permettant un accès par les engins de chantier et des véhicule léger tout terrain (bande de roulement en 30/70mm à 40/80mm),
- Batardage de la zone d'emprise de la rampe de restitution,
- Terrassement de la rampe/canal de restitution,
- Terrassement nécessaire à l'installation de l'aspirateur de la DIVE HAX,
- Pose et coulage de l'aspirateur,
- Génie civil du bâtiment (compris scellement turbine),
- Fourniture et pose d'une toiture démontable.

Observation :

- Afin de travailler à partir d'une hypothèse conservatrice vis-à-vis de l'enveloppe de travaux, il est considéré que la totalité du volume à terrasser consistera en du déroctage en pleine masse.

8.3.2.5. Conduite forcée

Ce poste comprend :

- Fourniture / livraison sur site (compris déchargement au niveau de la carrière en rive droite du barrage) de la conduite forcée (compris pièces spéciales coudes, réduction, scellement, raccordement aval, reniflard),
- Fourniture et pose d'une palette de survitesse,
- Fourniture et pose d'une ventouse,

- Nettoyage/dégravement/déboisage du canal d'amenée existant,
- Reprise/élargissement de certains tronçons du canal existant (traversée de talweg, passage en balcon),
- Constructions de pilettes béton de support de la conduite forcée,
- Fourniture et pose de cerces métalliques de support de la conduite forcée,
- Bardage de la conduite forcée par héliportage,
- Pose de la conduite forcée,
- Enrobage béton de protection des tubes sur le linéaire en balcon (120 ml),
- Réalisation d'un massif de buté à l'amont immédiat de l'usine.

Observations :

- Afin d'affiner le chiffrage de la fourniture de la conduite, un pré-calepinage a été réalisé par *GreenPowerDesign*. Les longueurs des différents tubes et le nombre et le type de coude ont ainsi pu être définis sur l'ensemble du linéaire selon les scénarios d'étude.
- Afin de travailler à partir d'une hypothèse conservatrice vis-à-vis de l'enveloppe de travaux, il est considéré que sur la totalité du linéaire en balcon, la conduite forcée sera protégée par une coque en béton. Une optimisation de ce dispositif de protection pourra être étudiée en phase de projet (PRO). Une protection de type filet antichute de pierre pourra notamment être étudiée.

8.3.2.6. Turbine

Ce poste comprend :

- Fourniture / livraison / pose de l'aspirateur (compris levage),
- Fourniture / livraison / pose / mise en service d'une turbine de type DIVE HAX hybride (compris levage),
- Fourniture / installation d'un système de refroidissement de l'alternateur,
- Fourniture / installation d'un groupe hydraulique,

8.3.2.7. Electricité

Ce poste comprend :

- Fourniture installation d'un coffret de contrôle commande à la prise d'eau / automatisation.
- Fourniture / installation d'un convertisseur de fréquence,
- Fourniture / installation d'armoires basse tension,
- Fourniture / installation de caméras de surveillance,
- Fourniture / installation d'armoires de contrôle commande (compris supervision à distance),
- Fourniture / installation d'un transformateur HTA (uniquement scénario 3B Module),
- Fourniture / installation d'un transformateur auxiliaire,

- Fourniture / installation d'un poste de livraison.

8.3.2.8. Raccordement au réseau électrique

Dans le cadre de la présente étude de faisabilité, en accord avec le porteur de projet, il a été décidé de réutiliser la Proposition de Raccordement Avant Complétude (PRAC) sollicitée auprès d'EDF lors de l'étude de faisabilité de 2016 afin d'évaluer le cout du raccordement.

Les postes considérés ont été retraités comme suit :

- Travaux dans le poste de livraison : Poste de « Pietra Rossa » ; Chiffrage de la PRAC de 2016 majoré de 20 %.
- Travaux réseau HTA : Il est considéré que le poste de livraison sera le même que celui de l'étude de 2016 (Poste de « Pietra Rossa »). Le cout des travaux relatif à cette opération est considéré proportionnel au linéaire de ligne installée. Pour mémoire, le linéaire considéré en 2016 était de 352 m contre 750 m au titre des scénarios actuels. Une majoration de 20 % a également été appliquée sur le cout des travaux au mètre linéaire.
- Travaux sur le poste source : Poste de « Caldaniccia » : Chiffrage de la PRAC de 2016 majoré de 20 %.

Observation :

- Le cout du raccordement au réseau devra faire l'objet d'une nouvelle PRAC. Celle-ci pourra être sollicitée par le porteur de projet dans le cadre de l'étude de projet (PRO).

8.3.2.9. Comparatif/analyse des investissements initiaux

Les différents postes de l'investissement initial (développement, travaux et accompagnement) sont synthétisés dans le tableau ci-après pour chacun des deux sous-scénarios d'étude.

Tableau 46 : Chiffrage du projet de PCH selon les scénarios 3A et 3B

	Scénario 3A 500 kW	Scénario 3B Module	Source chiffrage
ETUDES ET FRAIS DE DEVELOPPEMENT			
Dossier de demande d'autorisation environnementale	80 000 €	80 000 €	GPDesign
Etudes géotechniques	30 000 €	30 000 €	
Coordonateur SPS	5 000 €	5 000 €	
Maitrise d'œuvre	398 770 €	531 589 €	
	513 770 €	646 589 €	
BARRAGE			
Réparation barrage	55 000 €	55 000 €	GPDesign Ciffrage chaudronnier
Réhausse béton	50 000 €	25 000 €	
GC clapet	200 000 €	400 000 €	
Clapet + GH	150 000 €	261 694 €	
Postes généraux / batardeaux (compris)	- €	- €	
	455 000 €	741 694 €	
PRISE D'EAU			
Poste généraux	35 000 €	35 000 €	GPDesign
Batardeau	25 000 €	25 000 €	
Génie civil	150 000 €	195 000 €	
Grille/dégrilleur/goulotte/vannes	160 000 €	190 000 €	
	370 000 €	445 000 €	
USINE			
Terrassement/Acces	120 000 €	120 000 €	GPDesign
Génie civil	180 000 €	180 000 €	
	300 000 €	300 000 €	
FOURNITURE CONDUITE FORCEE			
Devis fourniture (livré Marseille)	582 000 €	1 053 000 €	Chiffrage fournisseur
Transport jusqu'à Péri	53 200 €	173 600 €	
Déchargement	9 500 €	31 000 €	
	644 700 €	1 257 600 €	
GC CONDUITE			
Débroussaillage/coupe	40 000 €	40 000 €	GPDesign
Pilettes béton 2 500 €	390 000 €	342 500 €	
Enrobage tubes 120 ml	195 000 €	210 000 €	
Héliportage	121 000 €	116 000 €	
	746 000 €	708 500 €	
POSE CONDUITE			
Poste généraux	50 000 €	50 000 €	GPDesign
Héliportage	68 000 €	72 200 €	
Pose compris accessoires	292 800 €	341 600 €	
	410 800 €	463 800 €	
TURBINE DIVE			
Fourniture seule	643 700 €	836 300 €	Chiffrage turbinier
Pose turbine + aspirateur	35 000 €	45 000 €	
Levage	25 000 €	28 000 €	
Transport	7 500 €	10 000 €	
	711 200 €	919 300 €	
ELECTRICITE			
	350 000 €	480 000 €	GPDesign Chiffrage entreprise élec
	350 000 €	480 000 €	
RACCORDEMENT AU RESEAU			
Travaux dans le poste de livraison	4 560 €	4 560 €	Ratio PRAC 2016
Travaux réseau HTA	232 113 €	232 113 €	
Travaux poste source	22 068 €	22 068 €	
	258 741 €	258 741 €	
TOTAL HT :	4 760 211 €	6 221 225 €	
ALEAS 10%	476 021 €	622 122 €	
TOTAL HT :	5 236 232 €	6 843 347 €	

Observation :

- Le programme de travaux et son chiffrage ont été affinés dans le cadre de l'étude approfondie en comparaison de l'étude de préfaçabilité (cf. partie 5.5.1.2). Ainsi, les aléas ont été ramenés à 10 % des opérations de travaux contre 15 % au stade de préfaçabilité.

A partir des chiffrages réalisés et des puissances maximales électriques nettes calculées, le cout de revient du kilowatt installé a pu être déterminé.

Tableau 47 : Coût de revient du kW installé selon les scénarios 3A et 3B

	Scénario 3A <i>500 kW</i>	Scénario 3B <i>Module</i>
Cout de revient du kilowatt installé	10 472 €/kW	6 319 €/kW
<i>Investissements initiaux</i> <i>Chiffre d'affaire annuel</i>	11,63 CA	--

Observation :

- **Le cout de revient du kilowatt est sensiblement plus élevé pour le scénario 3A 500 kW (+34 %). Cela est lié à la nécessité de réaliser des études et travaux quasi communs aux deux projets (autorisation d'exploiter, reprise du barrage, construction d'une prise d'eau, bâtiment d'usine) alors que la puissance installée du scénario 3A est nettement inférieure (-54%).**

A titre de comparaison, le cout de revient du kilowatt installé constaté sur des aménagements hydroélectriques neufs de moyenne chute est compris entre 5 500 €/kW et 7 500 €/kW.

Comme attendu, le projet bridé à 500 kW (plafond de l'obligation d'achat H16OA) présente un cout au kilowatt nettement supérieur à la moyenne.

En revanche, le cout au kilowatt du projet conçu pour exploiter de façon optimisée le potentiel hydrologique du cours d'eau (Sc3B Module) est quant à lui situé dans la moyenne.

8.3.3. Charges d'exploitation, impôts et taxes

Les charges d'exploitation correspondent aux frais indispensables à l'activité de production et de vente d'énergie tels que la maintenance courante, l'achat de consommables, les frais de personnel, etc.

L'atteinte des objectifs de production nécessitera de maximiser le taux de disponibilité de l'installation dans des conditions de production optimales. Pour ce faire, il est considéré qu'une entreprise spécialisée dans l'exploitation d'installations hydroélectriques mettra à disposition une équipe d'astreinte 7j/7 et 24h/24.

Les charges d'exploitation détaillées ci-après sont estimées pour la PCH de Péri par *Green Power Design* à partir de retours d'expériences de producteurs.

Tableau 48 : Charges d'exploitation prévisionnelles annuelles selon les scénarios 3A et 3B

	Scénario 3A 500 kW		Scénario 3B Module		Part du CA constatée dans la filère
	€/an	% CA	€/an	% CA	
Exploitation et maintenance courante	20 000 €	4,4 %	25 000 €	--	4,5 %
Consommables	10 000 €	2,2 %	12 000 €	--	2,2 %
Frais de personnel (0,75 ETP)	25 000 €	5,6 %	25 000 €	--	--
Assurances	14 000 €	3,1 %	26 000 €	--	3 %
Frais de gestion	5 000 €	1,1 %	5 000 €	--	Fixe
Charges diverses : eau / électricité / internet / banque	5 000 €	1,1 %	5 000 €	--	Fixe
TOTAL	79 000 €	17,5 %	98 000 €	--	--

Observation :

- Dans le cadre de prévisionnels d'exploitation de centrales hydroélectriques, une provision pour gros travaux de maintenance est généralement effectuée. S'agissant d'une installation neuve, il est proposé de provisionner un montant total compris entre un demi-chiffre d'affaires annuel et un chiffre d'affaires annuel réparti entre la 5^{ème} et la 15^{ème} année d'exploitation incluses.

Concernant la fiscalité, l'aménagement sera soumis aux impôts, taxes et versements assimilés (ITVA) décrits ci-après.

Tableau 49 : Impôts et taxes annuels (ITVA) applicables aux scénarios 3A et 3B

	Scénario 3A 500 kW		Scénario 3B Module		Remarque
	€/an	% CA	€/an	% CA	
IFER (Imposition forfaitaire sur les entreprises de réseaux)	1 627 €	0,4 %	3 772 €	--	3,479 €/kW de PMD
Taxe foncière / CFE	25 000 €	5,6 %	25 000 €	--	Estimé GPDesign
TURPE (Tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité)	1 000 €	0,2 %	1 000 €	--	Estimé GPDesign
CTA (Contribution tarifaire d'acheminement)	1 000 €	0,2 %	1 000 €	--	Estimé GPDesign
TOTAL	28 627 €	6,4 %	29 890 €	--	--

Le total annuel des charges d'exploitation et des impôts et taxes sera le suivant.

Tableau 50 : Total des charges et ITVA applicables aux scénarios 3A et 3B

	Scénario 3A 500 kW		Scénario 3B Module		Part du CA constatée dans la filère
	€/an	% CA	€/an	% CA	
Charges exploit. annuelles	79 000 €	17,5 %	98 000 €	--	--
ITVA annuels	28 627 €	6,4 %	29 890 €	--	--
TOTAL	107 627 €	23,9 %	127 890 €	--	15 à 25 % du CA

8.4. Emprise foncière du projet

En vue du dépôt de la demande d'autorisation d'exploiter au titre du code de l'environnement, le porteur de projet devra justifier de la maîtrise foncière des parcelles d'assise de chacun des ouvrages et accessoires constitutifs de l'aménagement hydroélectrique.

Les parcelles concernées par le projet selon les scénarios 3A et 3B sont les suivantes :

Tableau 51 : Parcelles concernées par le projet de

Commune	Numéro de parcelle	Ouvrage concerné
Cuttoli Corticchiato	017	Appui du barrage en rive gauche
Péri	0601	Appui du barrage en rive droite / Accès à la prise d'eau
	Commune d'Ajaccio (non cadastré)	Canal d'amenée / Conduite forcée
	368 / 367	Conduite forcée
	367	Bâtiment d'usine

Une superposition du projet à un fond de plan cadastral est présentée ci-après.

Observations :

- La justification de la maîtrise foncière peut prendre la forme de titres de propriété, de baux emphytéotiques, de servitudes de passage et ou de servitudes d'aqueduc.
- Le porteur de projet définira le cheminement de la piste d'accès à l'usine en fonction des contraintes de terrain et d'obtention de maîtrise foncière. Les parcelles concernées par cette piste ne sont donc pas présentées dans la présente étude.

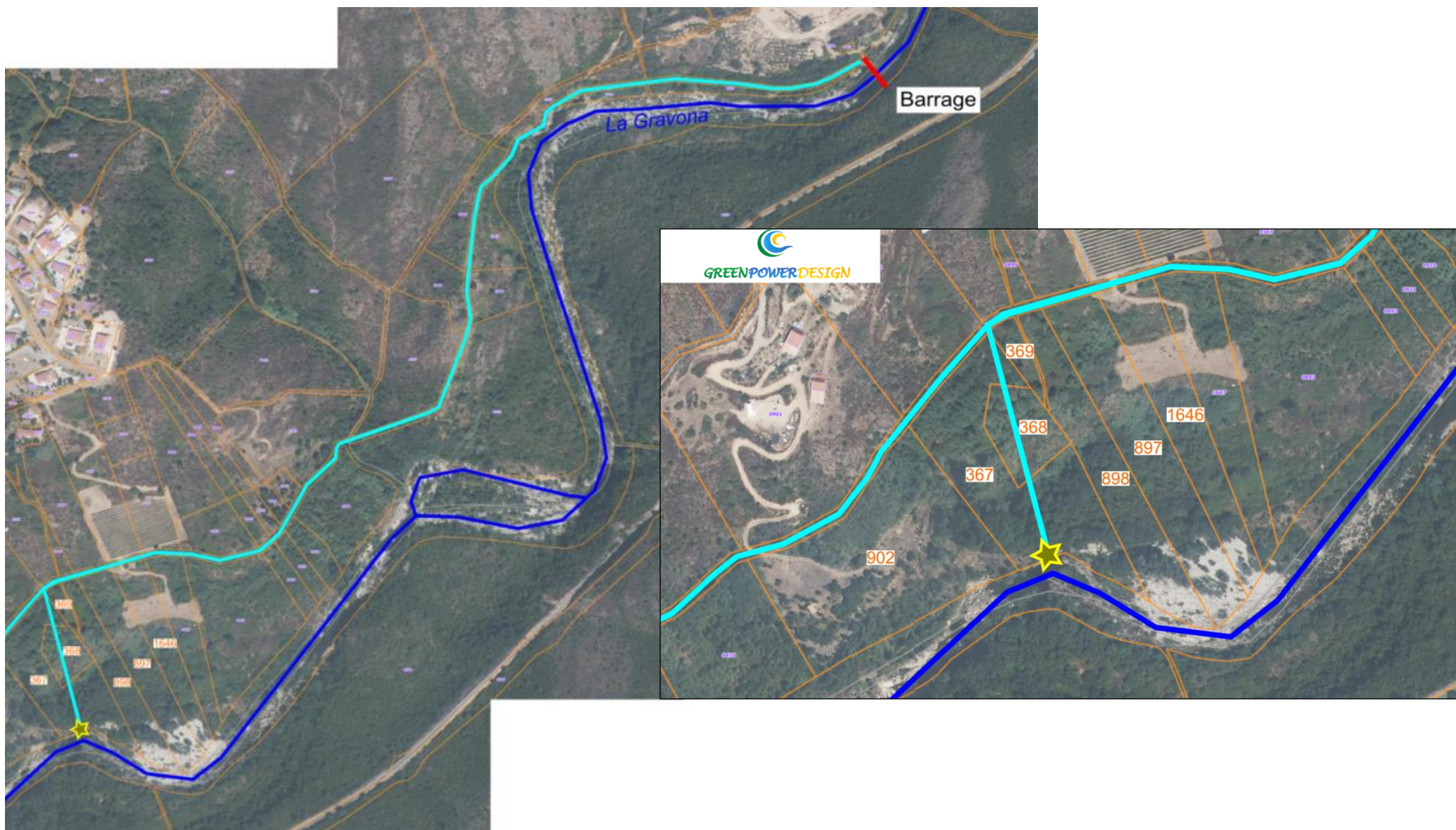


Figure 45 : Parcellaire du projet de PCH de Péri – Scénarios 3A et 3B

8.5. Planning prévisionnel du programme d'opération

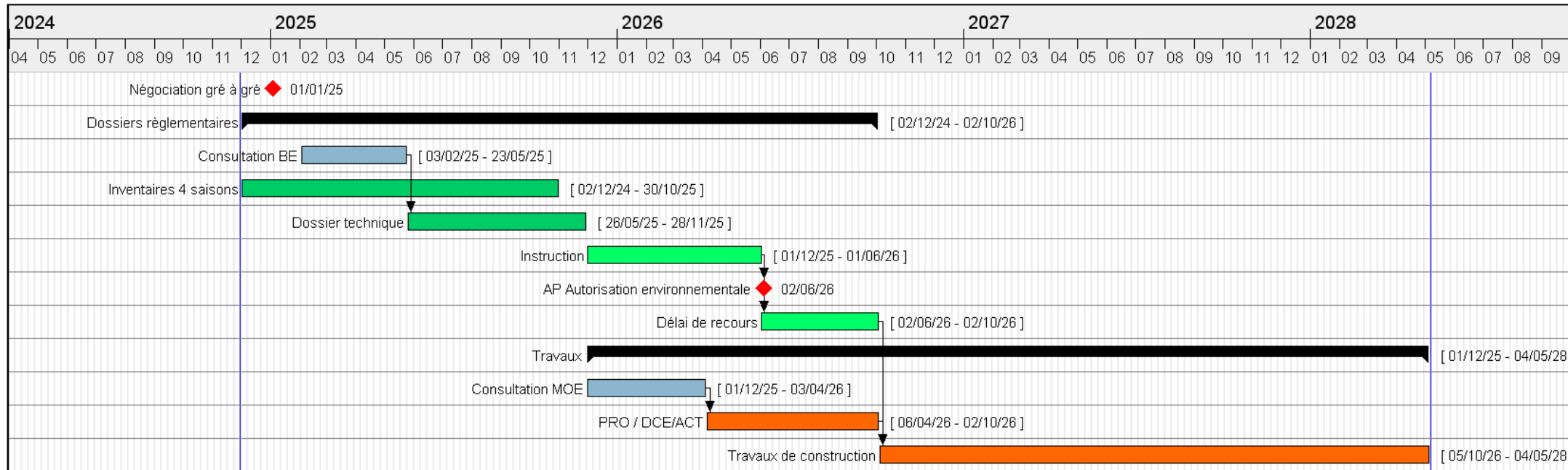


Figure 46 : Planning général du projet de PCH de Péri

Observations :

- Par définition, la réalisation d'inventaires environnementaux « quatre saisons » nécessitera un délai de 12 mois intégrant la phase de prospection de terrain et la rédaction du rapport de synthèse.
- La phase d'instruction du dossier administratif est réglementairement de 9 mois minimum comprenant :
 - Une phase d'examen du dossier (4 mois min),
 - Une phase d'enquête publique (3 mois min),
 - Une phase de décision (2 mois min).

Synthèse

L'assemblée de Corse a adopté le SRCAE et a retenu le scénario le plus ambitieux à savoir l'autonomie énergétique à horizon 2050. Dans cet objectif, elle souhaite développer un parc d'actifs de production d'énergie renouvelable.

C'est dans ce contexte que le seuil de la Gravona et son canal associé ont été identifiés comme présentant un potentiel hydroélectrique. La CAPA souhaite étudier la faisabilité technico-économique de construction sur ce site.

Lors d'une première phase d'étude, plusieurs scénarios pertinents ont été définis sur la base de critères :

- Energétiques :
 - o Caractéristiques hydrologiques de la Gravona,
 - o Caractéristiques topographiques du cours d'eau et des ouvrages existants (barrage, canal).
- Techniques :
 - o Accès aux différents ouvrages constitutifs des scénarios,
 - o Faisabilité des travaux.

Selon cette méthode, quatre principaux scénarios ont ainsi été définis (un en pied de barrage et trois en dérivation). Tous ces scénarios mettent à profit le barrage existant comme point de prise d'eau et le canal existant comme tracé de la conduite forcée.

Pour chacun de ces scénarios, un modèle numérique de l'aménagement a été construit afin de déterminer un productible moyen. En parallèle l'investissement initial (CAPEX) a été estimé.

Les résultats de cette première phase d'étude ont été présentés au porteur de projet et aux élus locaux en comité de pilotage le 25/06/2024. Sur la base d'une analyse multicritère, le maître d'ouvrage a procédé à un arbitrage afin de retenir un scénario à approfondir. Pour ce faire, le porteur de projet a également considéré :

- Le contexte tarifaire spécifique à la Corse (ZNI) en cours de modification (évolutions du H16 à venir),
- Le temps de développement d'un projet de PCH (phase administrative de demande d'autorisation / durée des travaux).

Le choix s'est porté sur le scénario 3, lequel constitue le meilleur ratio entre cout de développement/construction et production énergétique.

Ce scénario consiste en une PCH au fil de l'eau installée en dérivation de la Gravona. Il s'agit d'une moyenne chute (30 m) dont le point de prise d'eau s'effectue au niveau du seuil Napoléon et la restitution environ 1 500 ml en aval (TCC). Elle mettra en jeu une turbine de type DIVE HAX hybride afin de maximiser le temps de fonctionnement et le productible atteint.

Dans un objectif de résilience de la présente étude face à une évolution du contexte tarifaire, ce scénario d'aménagement a été décliné en deux sous-scénarios selon le débit d'équipement de la PCH. Cela permet de définir une fourchette de débits d'équipements et doit permettre au porteur de projet d'ajuster le débit d'équipement en fonction du contexte tarifaire en vigueur au moment du dépôt de la demande d'autorisation d'exploiter.

En considérant le cadre tarifaire en vigueur, les deux sous scénarios sont :

- **Scénario 3A** : Un scénario dont le débit d'équipement limite la puissance de la PCH à la valeur plafond du seul contrat d'obligation d'achat existant (H16OA) à savoir 500 kW. Pour ce faire, le débit d'équipement est limité à 2,3 m³/s. Ce scénario est sensiblement sous-équipé au regard de l'hydrologie du cours d'eau. En contrepartie, il bénéficie d'un temps de fonctionnement équivalent pleine puissance élevé ce qui sécurise l'atteinte du productible cible.

En revanche, le cout du kilowatt installé est plus élevé en raison de la construction d'ouvrages communs aux deux scénarios (rehausse du barrage, prise d'eau, usine).

Ce scénario constitue une solution moins ambitieuse d'un point de vue énergétique et semble en première approche moins correspondre à ce que l'on pourrait attendre d'un actif de production d'énergie patrimonial détenu par une collectivité.

- **Scénario 3B** : Un scénario dont le débit d'équipement est optimisé par rapport au potentiel hydrologique de la Gravona. Le débit d'équipement est ainsi de 4,7 m³/s correspondant au module du cours d'eau permettant l'atteinte d'une puissance maximale nette de 1 125 kW. En contrepartie, le temps de fonctionnement équivalent pleine puissance est plus faible ce qui génèrera un écart type par rapport au productible interannuel moyen plus important. Ce scénario devra faire l'objet d'un contrat de gré à gré négocié avec la CRE afin de valoriser l'énergie produite.

Ce scénario plus ambitieux permet de maximiser la production énergétique d'un site existant. Sa viabilité économique sera fonction des modalités de valorisation de l'énergie dans le cadre du contrat de gré à gré dont il bénéficiera.

A l'issue d'un arbitrage quant au débit d'équipement entre ces deux scénarios et avant engagement du programme de travaux, le projet devra faire l'objet d'une demande d'autorisation environnementale unique d'exploiter au titre des articles L.214-1 à 6 du code de l'environnement.

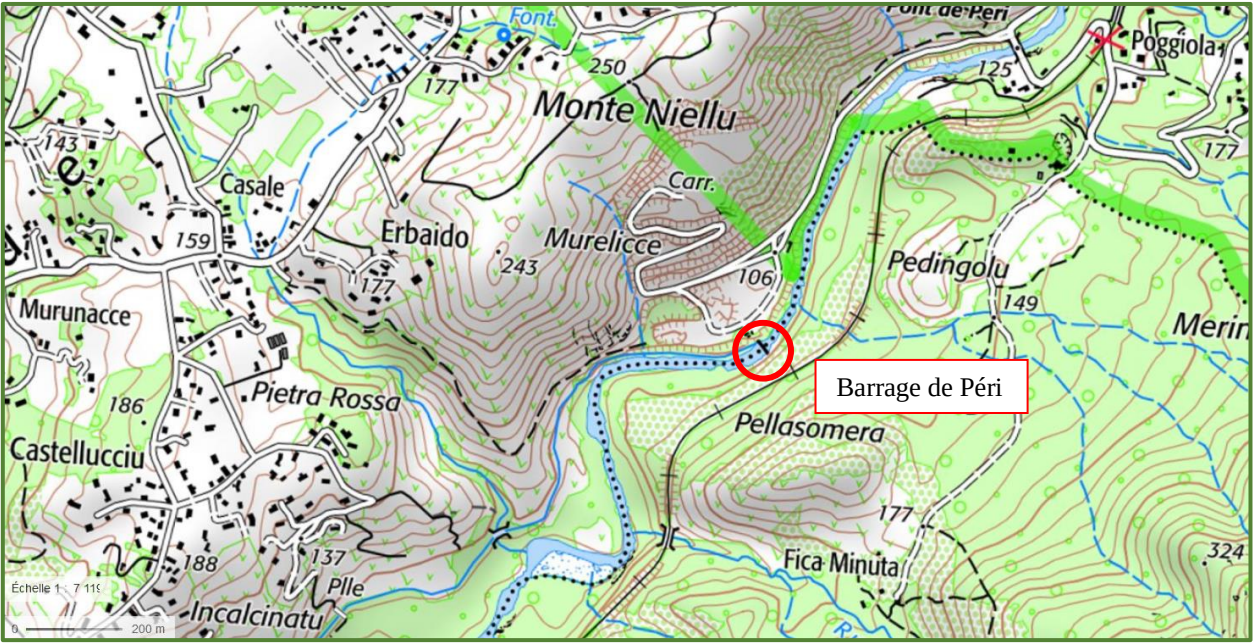
ANNEXES

ANNEXE 1

Fiches de synthèse des scénarios de PCH

A/ Situation

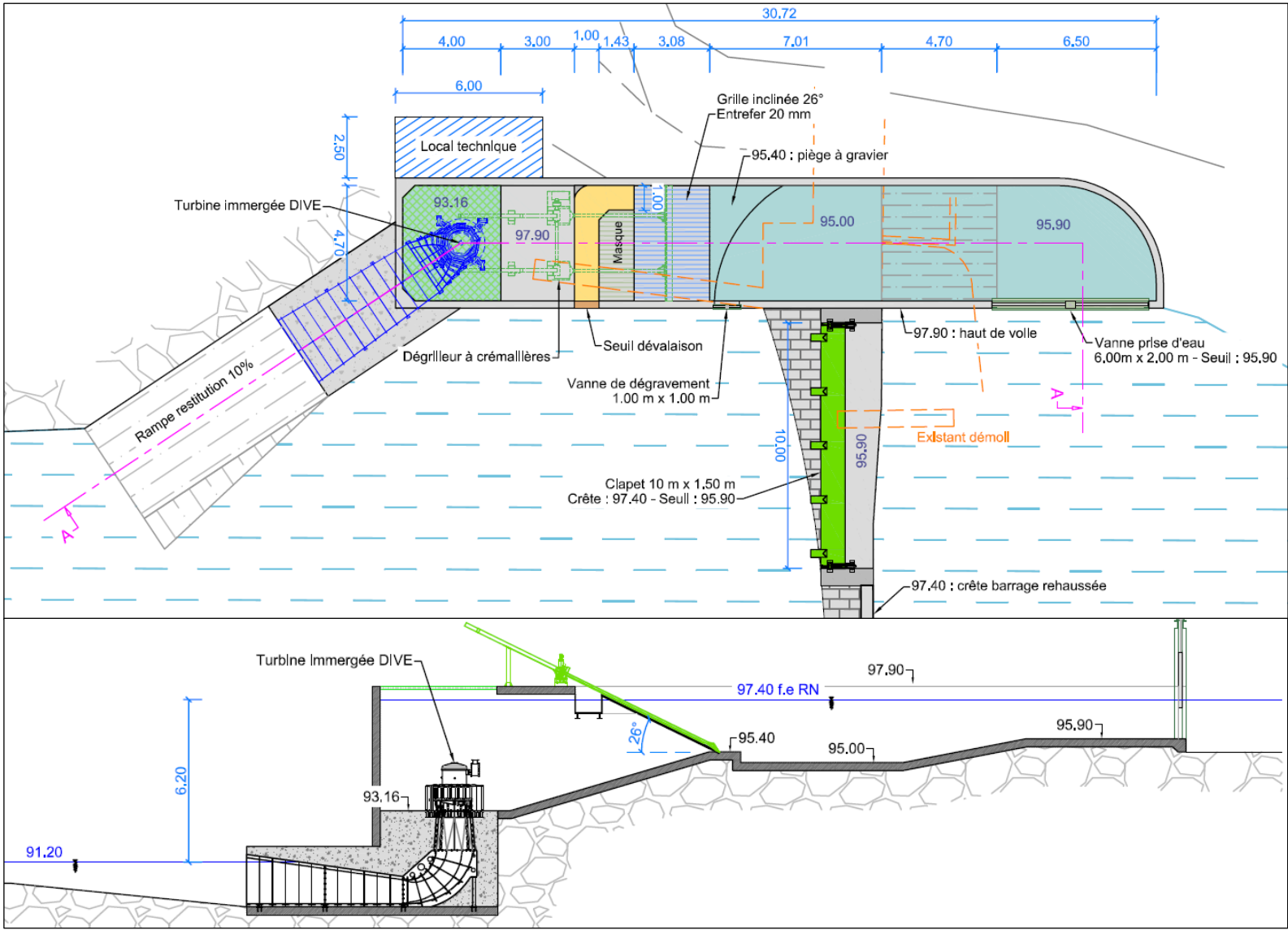
Identification scénario	
Scénario 1 – PCH Pied de barrage	
Commune	
Péri (20167)	
Coordonnées usine (Lambert 93)	
X : 1187564 m	Y : 6117801 m
Point de prise	
Gravona – Barrage de Péri (rive droite)	
Point de restitution	
Gravona Pied de barrage (rive droite)	



B/ Valeurs et puissances caractéristiques

Cote de retenue	Hauteur de chute brute	Débit non turbiné	Débit d'équipement	Turbine	PMB (Puissance maximale brute)	PMD (Puissance maximale disponible)
97,40 mNGF (Clapet +1,50 m)	5,91 m	180 l/s (Dévalaison / Passe à anguilles)	5,40 m³.s ⁻¹	DIVE double réglage	313 kW	250 kW (Max raccordement basse tension)

C/ Description des principaux ouvrages



D/ Capacités de production et équivalences

Production été	Production hiver	Production annuelle	Temps de fonctionnement équivalent P _{MAX}	Arrêt hydrologie faible	CO ₂ cycle du gaz (Tonnes Equivalent gaz)	Equivalent conso Nombre de foyers
327 MWh	545 MWh	872 MWh*	3 489 h	99 jr 27 %	427 t	183

*Niveau esquisse (ESQ) ±20%

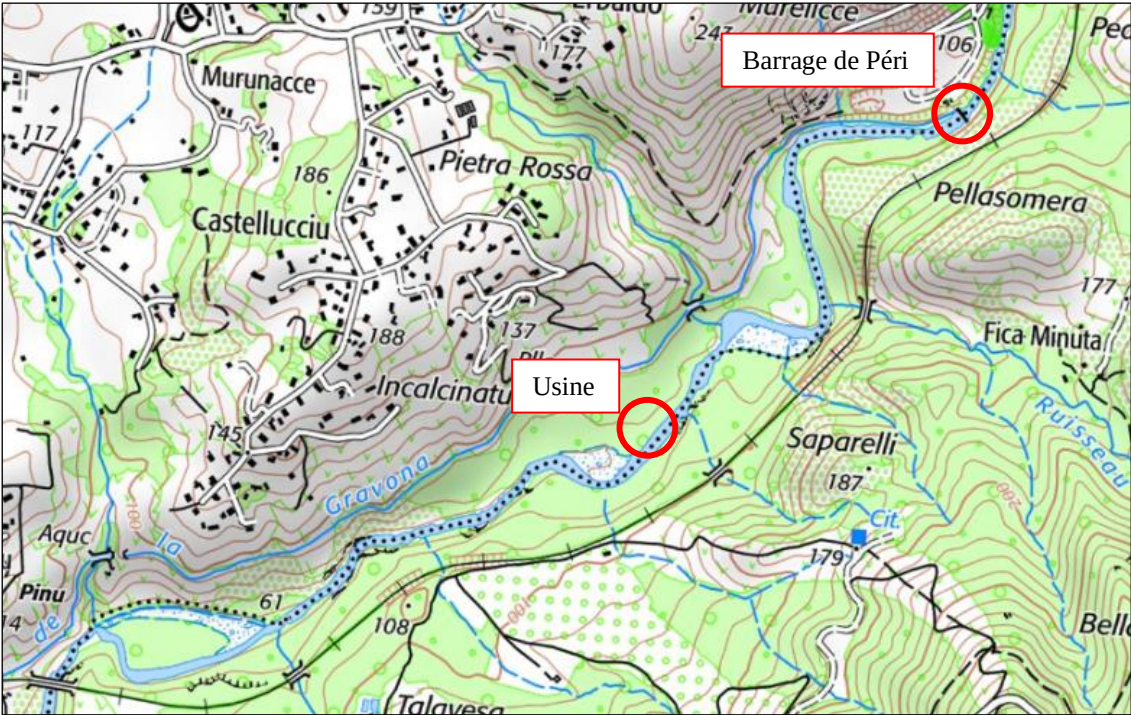
E/ Données financières

CAPEX	OPEX	Contrat d'achat	Chiffre d'affaires annuel
2 722 k€*	37 k€	H16OA basse chute bi-composant	167 k€*

*Niveau esquisse (ESQ) ±15%

A/ Situation

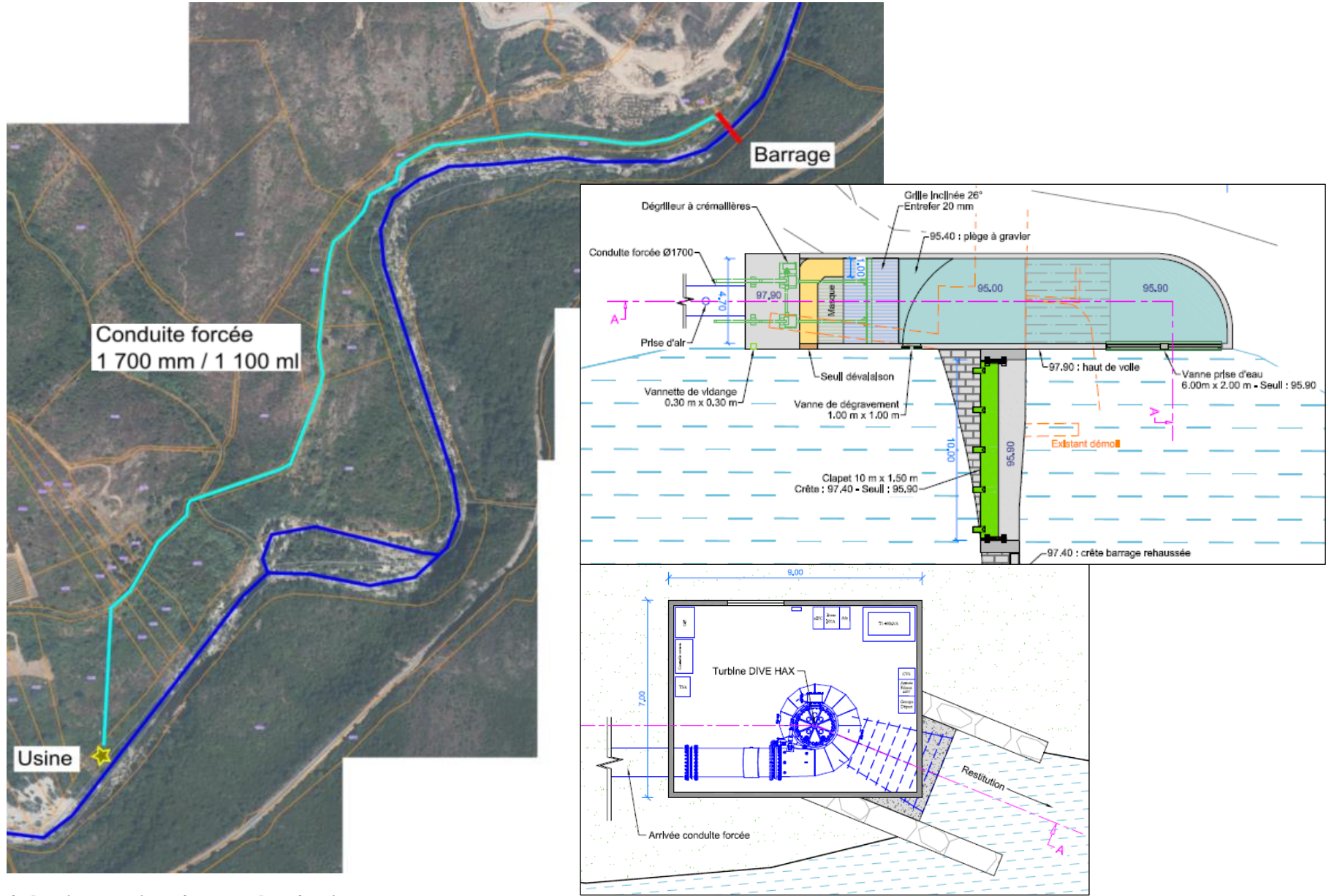
Identification scénario	
Scénario 2	
Commune	
Péri (20167)	
Coordonnées usine (Lambert 93)	
X : 1187564 m	Y : 6117801 m
Point de prise	
Gravona – Barrage de Péri (rive droite)	
Point de restitution	
Parcelle 0893	



B/ Valeurs et puissances caractéristiques

Cote de retenue	Hauteur de chute brute	Débit non turbiné (DMB)	Débit d'équipement	Conduite forcée	Turbine	PMB (Puissance maximale brute)	PMD (Puissance maximale disponible)
97,30 mNGF (Clapet +1,40m)	25,85 m (Au Qe)	470 l/s (1/10 ^{ème} module) (3 fois le QMNA ₅ biennal)	4,70 m ³ .s ⁻¹ 100 % module	550 ml Ø 1 700 mm 550 ml Ø 1 600 mm	DIVE Hax hybride	1 201 kW	941 kW

C/ Description des principaux ouvrages



D/ Capacités de production et équivalences

Production été	Production hiver	Production annuelle	Temps de fonctionnement équivalent P _{MAX}	Arrêt hydrologie faible	CO ₂ cycle du gaz (Tonnes Equivalent gaz)	Equivalent conso Nombre de foyers
1 237 MWh	2 110 MWh	3 347 MWh*	3 556 h	128 jr 35 %	1 639 t	700

*Niveau esquisse (ESQ) ±10%

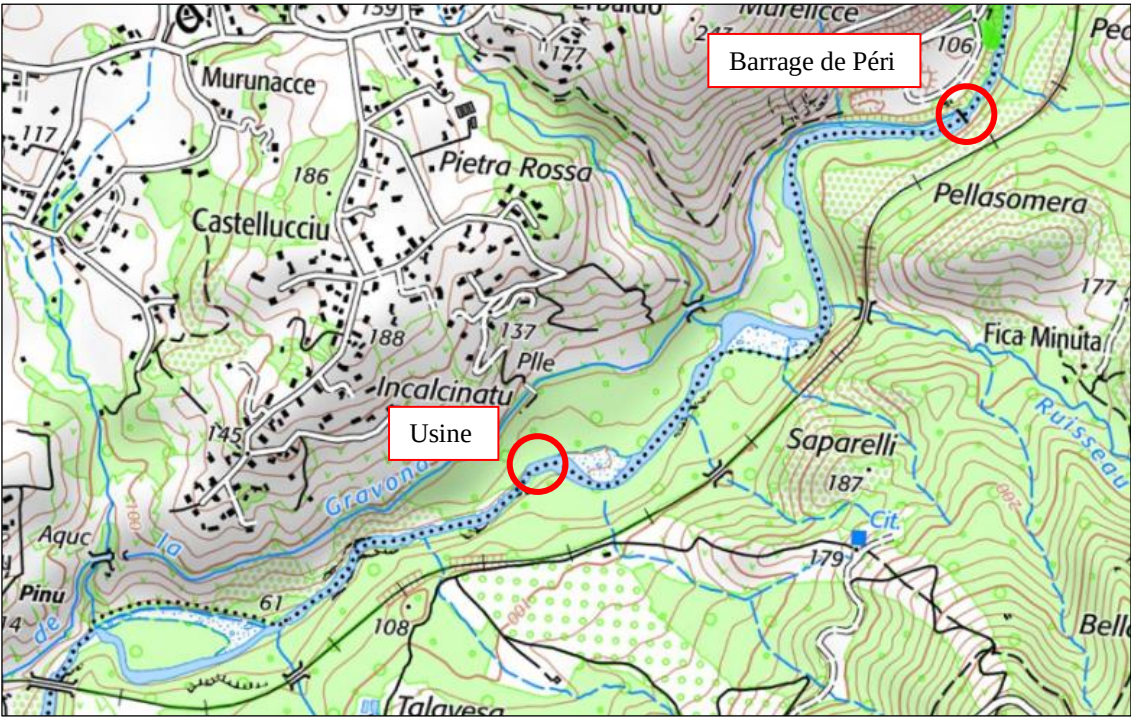
E/ Données financières

CAPEX	Contrat d'achat	Chiffre d'affaires annuel
6 847 k€*	Gré à gré	--

*Niveau esquisse (ESQ) ±15%

A/ Situation

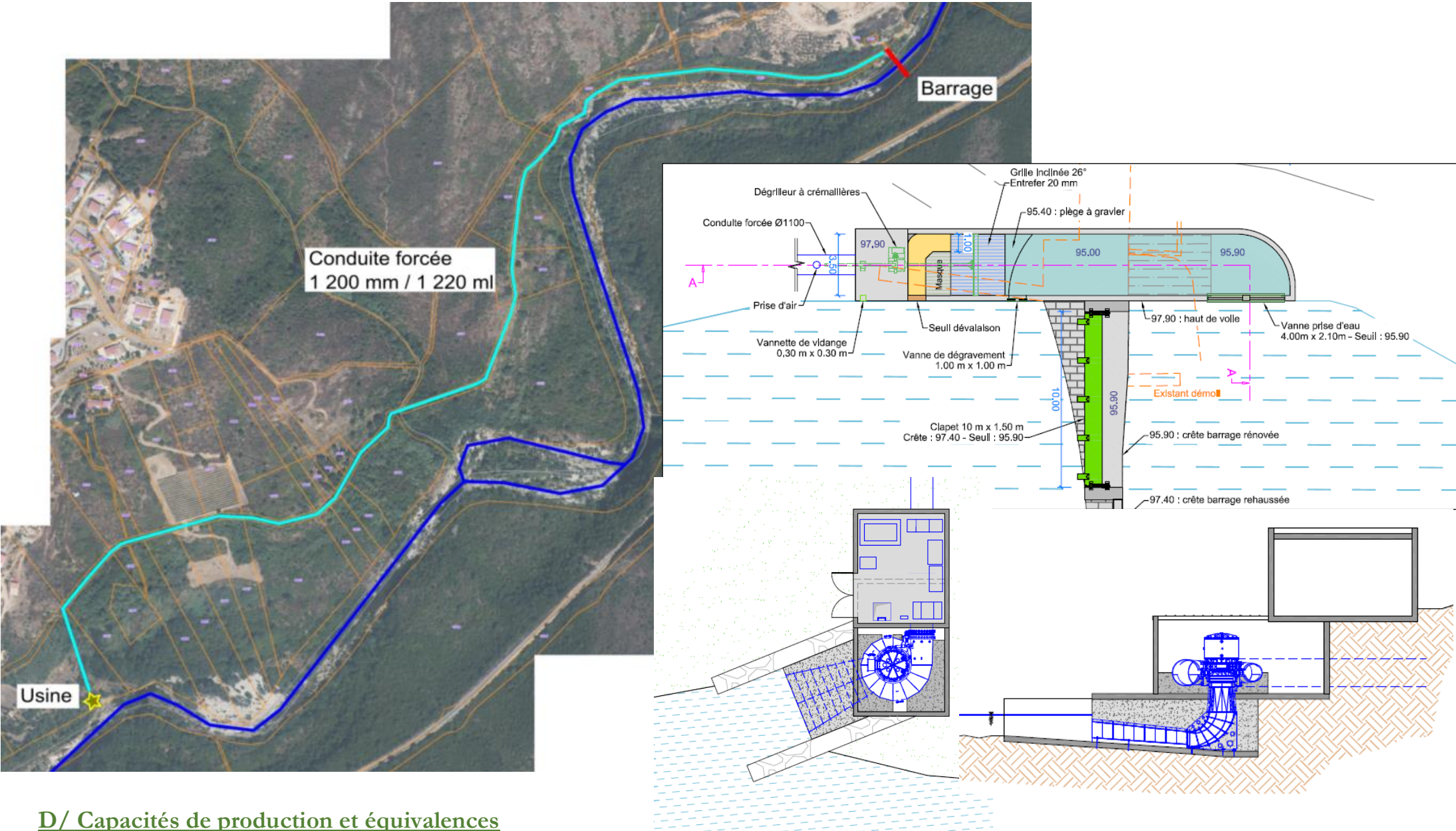
Identification scénario	
Hb30 m / 500 kW	
Commune	
Péri (20167)	
Coordonnées usine (Lambert 93)	
X : 1187564 m	Y : 6117801 m
Point de prise	
Gravona – Barrage de Péri (rive droite)	
Point de restitution	
RN - 30 m (parcelle 902)	



B/ Valeurs et puissances caractéristiques

Cote de retenue	Hauteur de chute brute	Débit non turbiné (DMB)	Débit d'équipement	Conduite forcée	Turbine	PMB (Puissance maximale brute)	PMD (Puissance maximale disponible)
96,80 mNGF (Clapet +0,90m)	29,99 m Max H16OA basse chute	470 l/s (1/10 ^{ème} module) (3 fois le QMNA; biennal)	2,30 m ³ .s ⁻¹	660 ml Ø 1 300 mm 660 ml Ø 1 100 mm	DIVE Hax hybride	677 kW	499 kW (Max H16OA)

C/ Description des principaux ouvrages



D/ Capacités de production et équivalences

Production été	Production hiver	Production annuelle	Temps de fonctionnement équivalent P _{MAX}	Arrêt hydrologie faible	CO ₂ cycle du gaz (Tonnes Equivalent gaz)	Equivalent conso Nombre de foyers
952 MWh	1 433 MWh	2 385 MWh*	4 769 h	106 jr 29 %	1 162 t	499

*Niveau esquisse (ESQ) ±10%

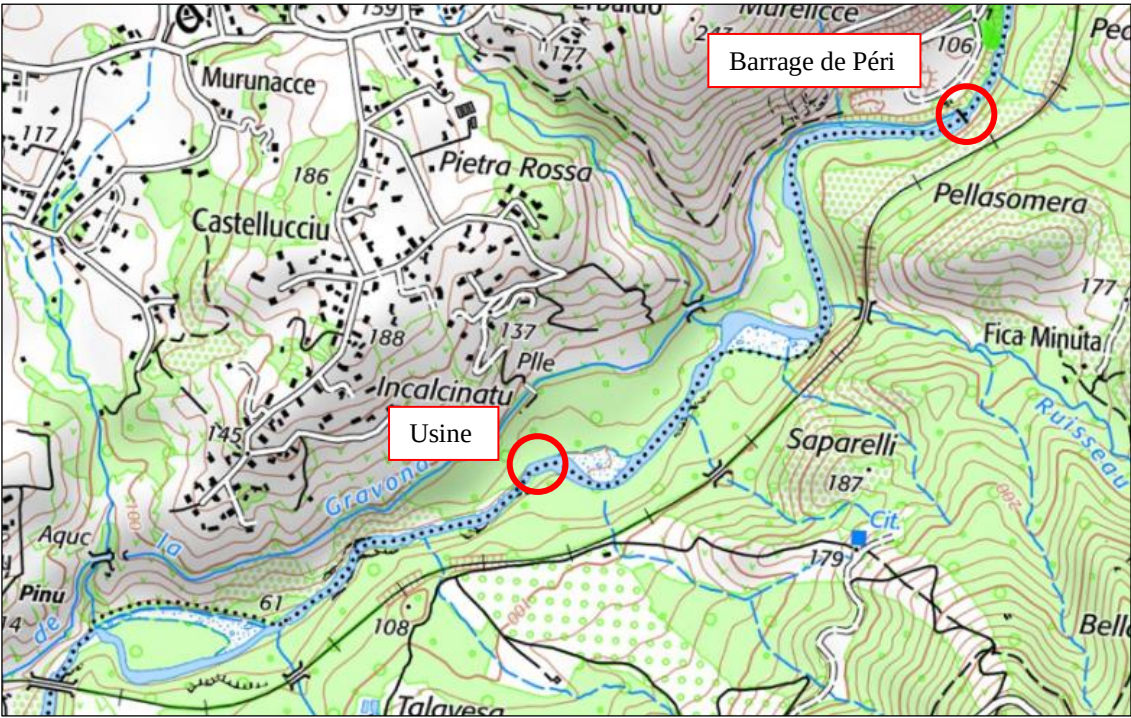
E/ Données financières

CAPEX	OPEX	Contrat d'achat	Chiffre d'affaires annuel
5 236 k€*	108 k€/an	H16OA basse chute bi-composant	450 k€*

*Niveau esquisse (ESQ) ±15%

A/ Situation

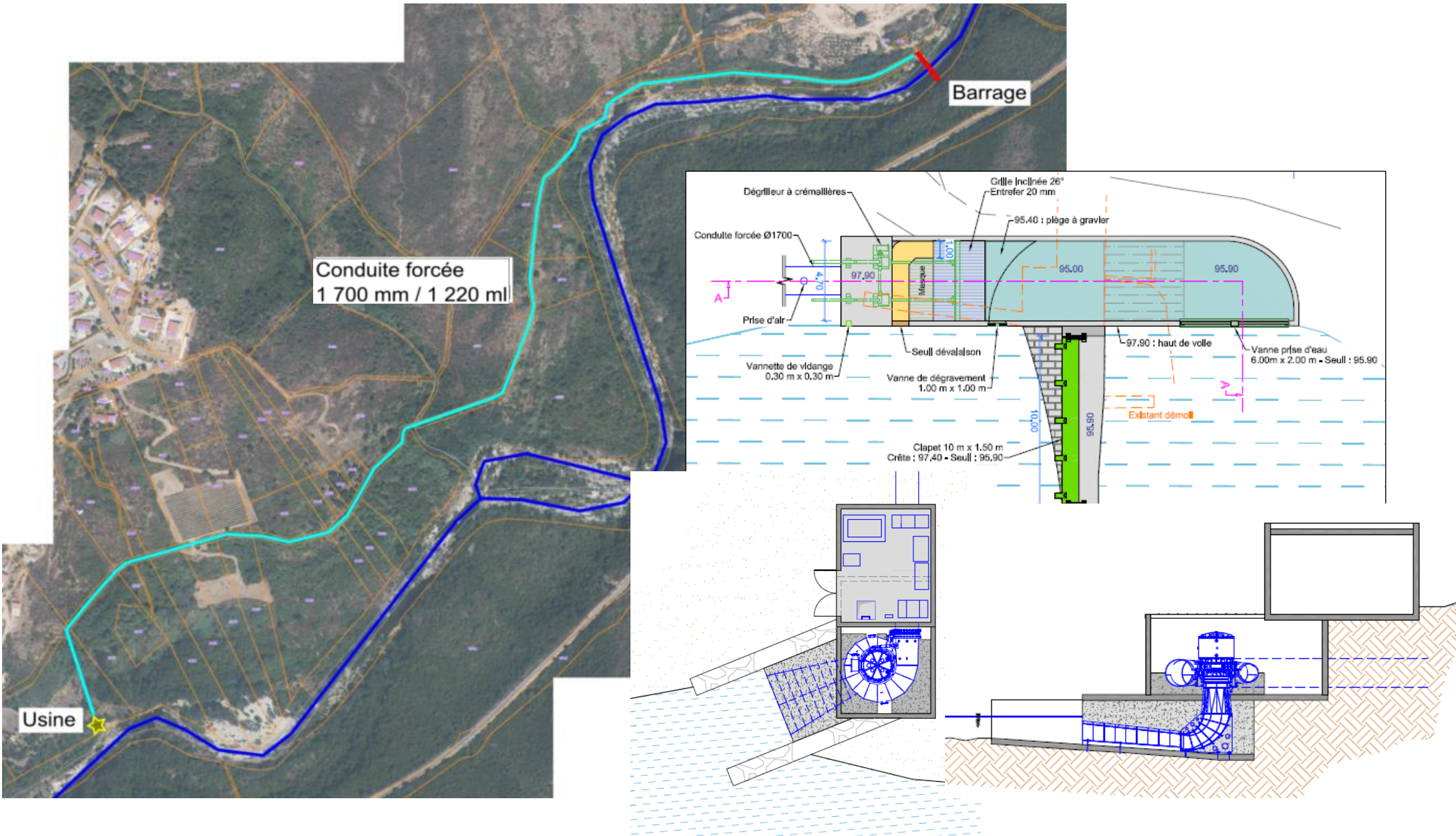
Identification scénario	
Hb30 m / Qe Module	
Commune	
Péri (20167)	
Coordonnées usine (Lambert 93)	
X : 1187564 m	Y : 6117801 m
Point de prise	
Gravona – Barrage de Péri (rive droite)	
Point de restitution	
Parcelle 902	



B/ Valeurs et puissances caractéristiques

Cote de retenue	Hauteur de chute brute	Débit non turbiné (DMB)	Débit d'équipement	Conduite forcée	Turbine	PMB (Puissance maximale brute)	PMD (Puissance maximale disponible)
97,30 mNGF (Clapet +1,40m)	30,94 m	470 l/s (1/10 ^{ème} module) (3 fois le QMNA; biennal)	4,70 m ³ .s ⁻¹	660 ml Ø 1 700 mm 660 ml Ø 1 600 mm	DIVE Hax hybride	1 424 kW	1 0843 kW

C/ Description des principaux ouvrages



D/ Capacités de production et équivalences

Production été	Production hiver	Production annuelle	Temps de fonctionnement équivalent P _{MAX}	Arrêt hydrologie faible	CO ₂ cycle du gaz (Tonnes Equivalent gaz)	Equivalent conso Nombre de foyers
1 433 MWh	2 438 MWh	3 870 MWh*	3 570 h	117 jr 32 %	1 872 t	799

*Niveau esquisse (ESQ) ±10%

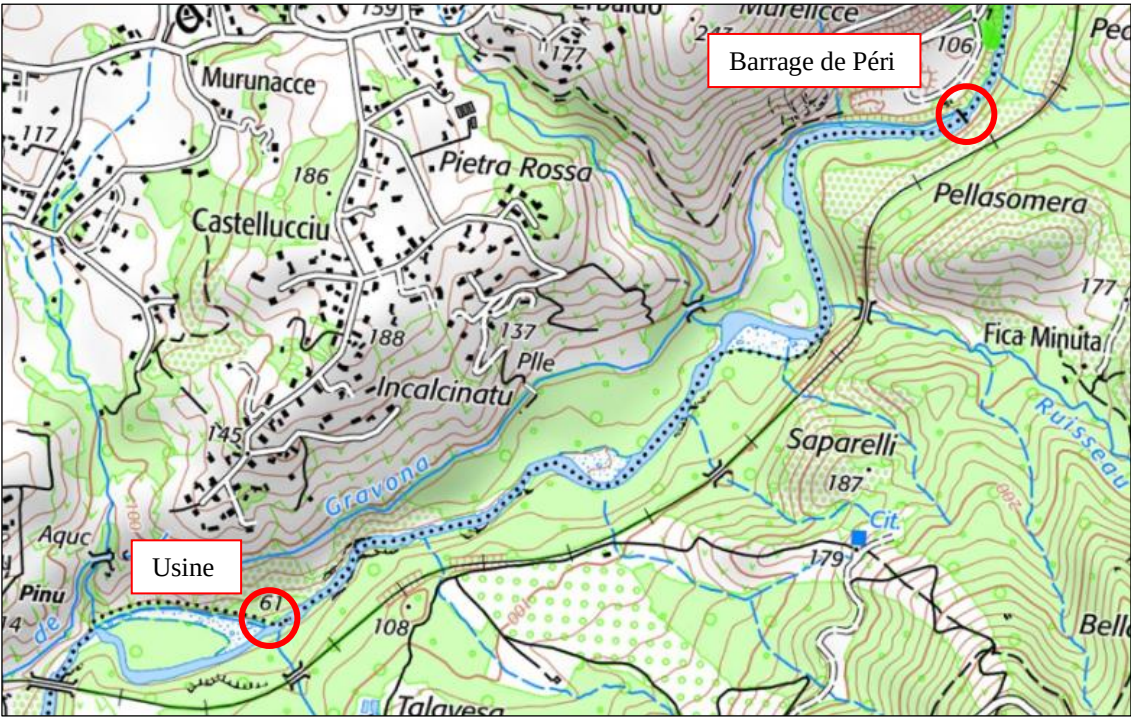
E/ Données financières

CAPEX	OPEX	Contrat d'achat	Chiffre d'affaires annuel
6 843 k€	128 k€/an	Gré à gré	--

*Niveau esquisse (ESQ) ±20%

A/ Situation

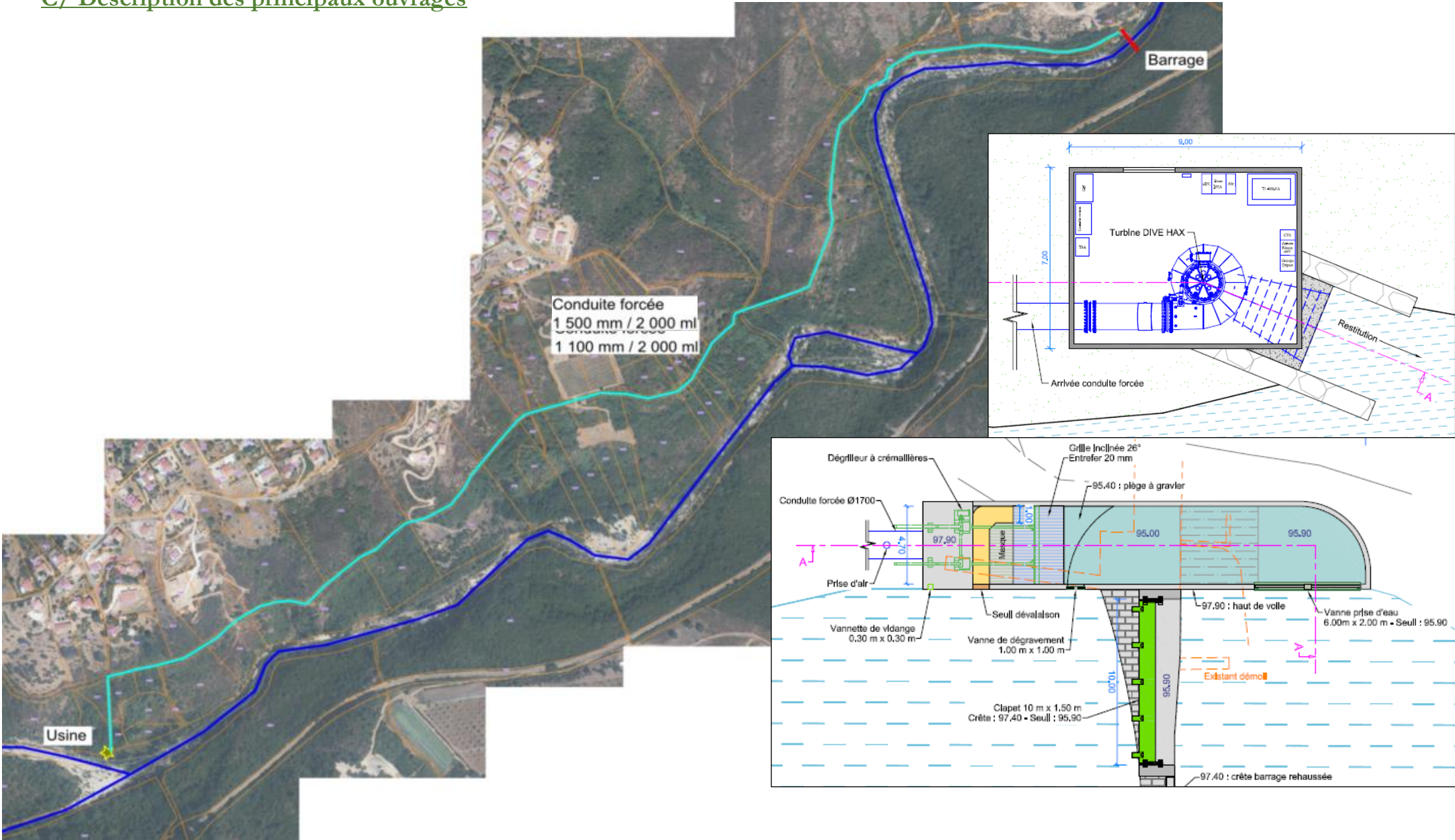
Identification scénario	
Sc4 Hb38 m / Qe Module	
Commune	
Péri (20167)	
Coordonnées usine (Lambert 93)	
X : 1187564 m	Y : 6117801 m
Point de prise	
Gravona – Barrage de Péri (rive droite)	
Point de restitution	
Amont ravin de la Meilla	



B/ Valeurs et puissances caractéristiques

Cote de retenue	Hauteur de chute brute	Débit non turbiné (DMB)	Débit d'équipement	Conduite forcée	Turbine	PMB (Puissance maximale brute)	PMD (Puissance maximale disponible)
97,30 mNGF (Clapet +1,40m)	37,91 m	470 l/s (1/10ème module) (3 fois le QMNA5 biennal)	4,70 m³.s⁻¹ 100 % module	1 000 ml Ø 1 700 mm 1 000 ml Ø 1 600 mm	DIVE Hax Hybride	1 772 kW	1 376 kW

C/ Description des principaux ouvrages



D/ Capacités de production et équivalences

Production été	Production hiver	Production annuelle	Temps de fonctionnement équivalent P _{MAX}	Arrêt hydrologie faible	CO ₂ cycle du gaz (Tonnes Equivalent gaz)	Equivalent conso Nombre de foyers
1 803 MWh	3 073 MWh	4 876 MWh*	3 543 h	128 jr 35 %	2 390 t	1 019

*Niveau esquisse (ESQ) ±10%

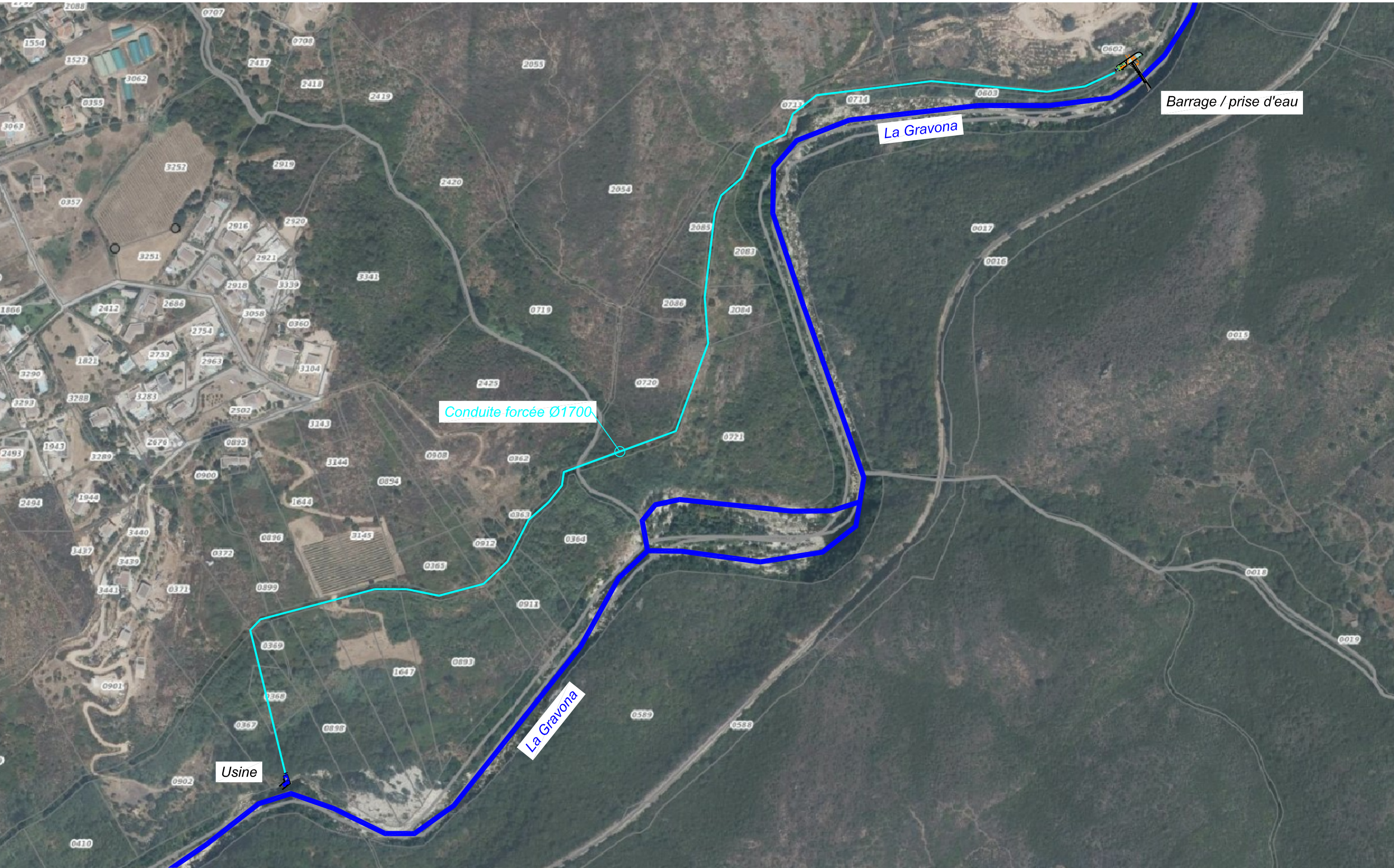
E/ Données financières

CAPEX*	Contrat d'achat	Chiffre d'affaires annuel
8 982 k€	Gré à Gré	--

*Niveau esquisse (ESQ) ±20%

ANNEXE 2

Plans d'esquisse (ESQ) de la centrale de Péri *(Scénario 3A et 3B)*





GREENPOWERDESIGN
ZI Fournié - 09400 Tarascon - sur - Ariège

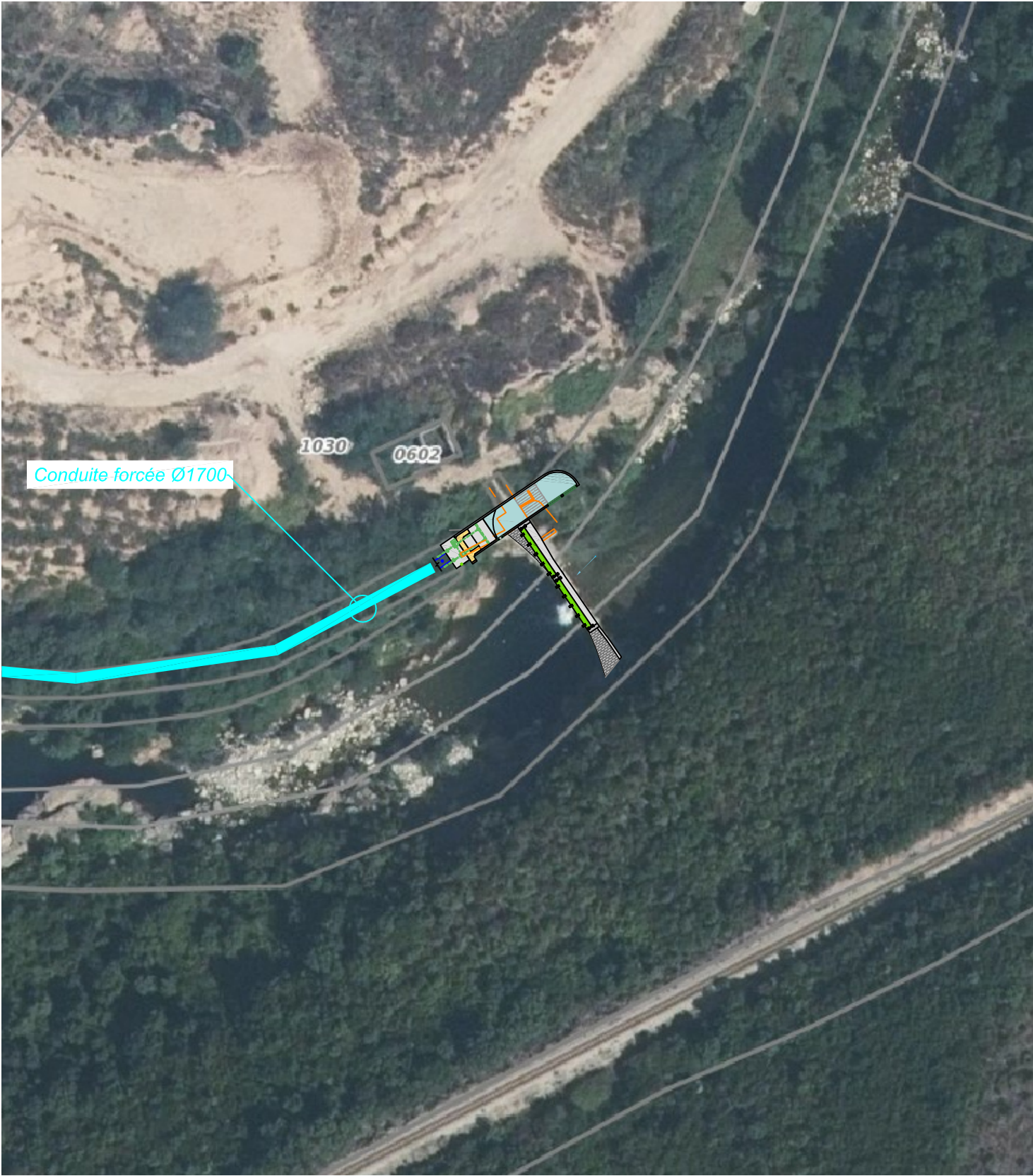
DATE	MODIFICATION	REV.
21-12-23	Création	0
25-06-24	Mise à jour	1
19-09-24	Mise à jour	2

NOTES:
Plan de conception générale non valable pour exécution

CLIENT:
Communauté d'Agglomération du Pays Ajaccien
PROJET:
Etude de faisabilité - Seuil de la Gravona

A3	Ech.: 1/3500	RESPONSABLE:
N° Doc.		Gauthier Dupuy
23012	ESQ R2 01	DESSINATEUR:
TITRE:		Romain Bonnet
Scénario module / 1000kW		
Ensemble - Vue en plan		

Barrage - Vue en plan. Ech.: 1/1000



Usine - Vue en plan. Ech.: 1/1000





GREENPOWERDESIGN
ZI Fournié - 09400 Tarascon - sur - Ariège

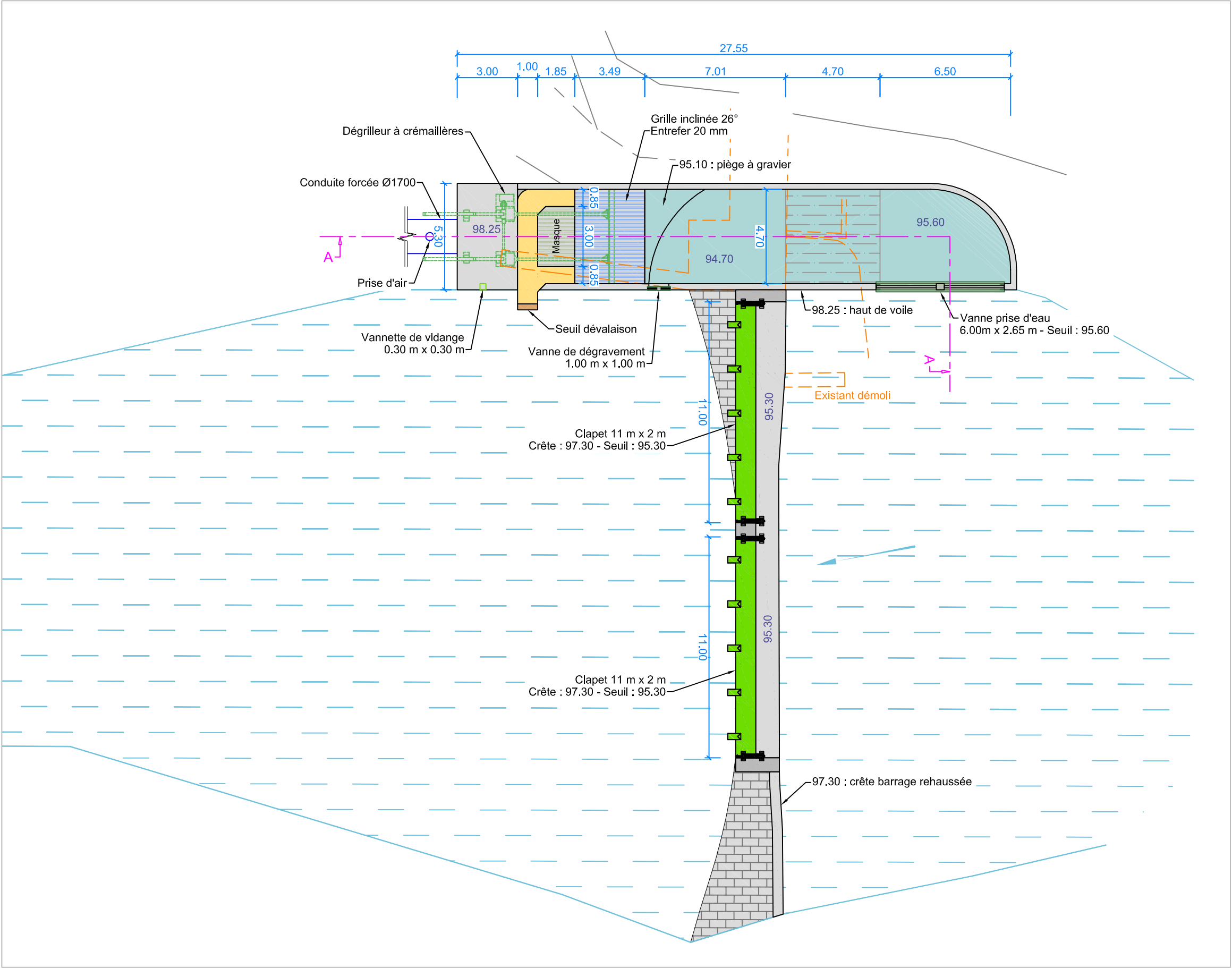
DATE	MODIFICATION	REV.
21-12-23	Création	0
25-06-24	Mise à jour	1
19-09-24	Mise à jour	2

NOTES:
Plan de conception générale non valable pour exécution

CLIENT:
Communauté d'Agglomération du Pays Ajaccien
PROJET:
Etude de faisabilité - Seuil de la Gravona

A3	Ech.: 1/1000	RESPONSABLE:
N° Doc.		Gauthier Dupuy
23012	ESQ R2 02	DESSINATEUR:
TITRE:		Romain Bonnet
Scénario module / 1000kW		
Barrage / Usine - Vue en plan		

Vue en plan. Ech.: 1/200



GREENPOWERDESIGN

ZI Fournié - 09400 Tarascon - sur - Ariège

DATE	MODIFICATION	REV.
21-12-23	Création	0
25-06-24	Mise à jour	1
19-09-24	Mise à jour	2

NOTES:

Plan de conception générale non valable pour exécution

CLIENT:

Communauté d'Agglomération du Pays Ajaccien

PROJET:

Etude de faisabilité - Seuil de la Gravona

A3

Ech.: 1/200

N° Doc.

23012

ESQ

R2

03

RESPONSABLE:

Gauthier Dupuy

DESSINATEUR:

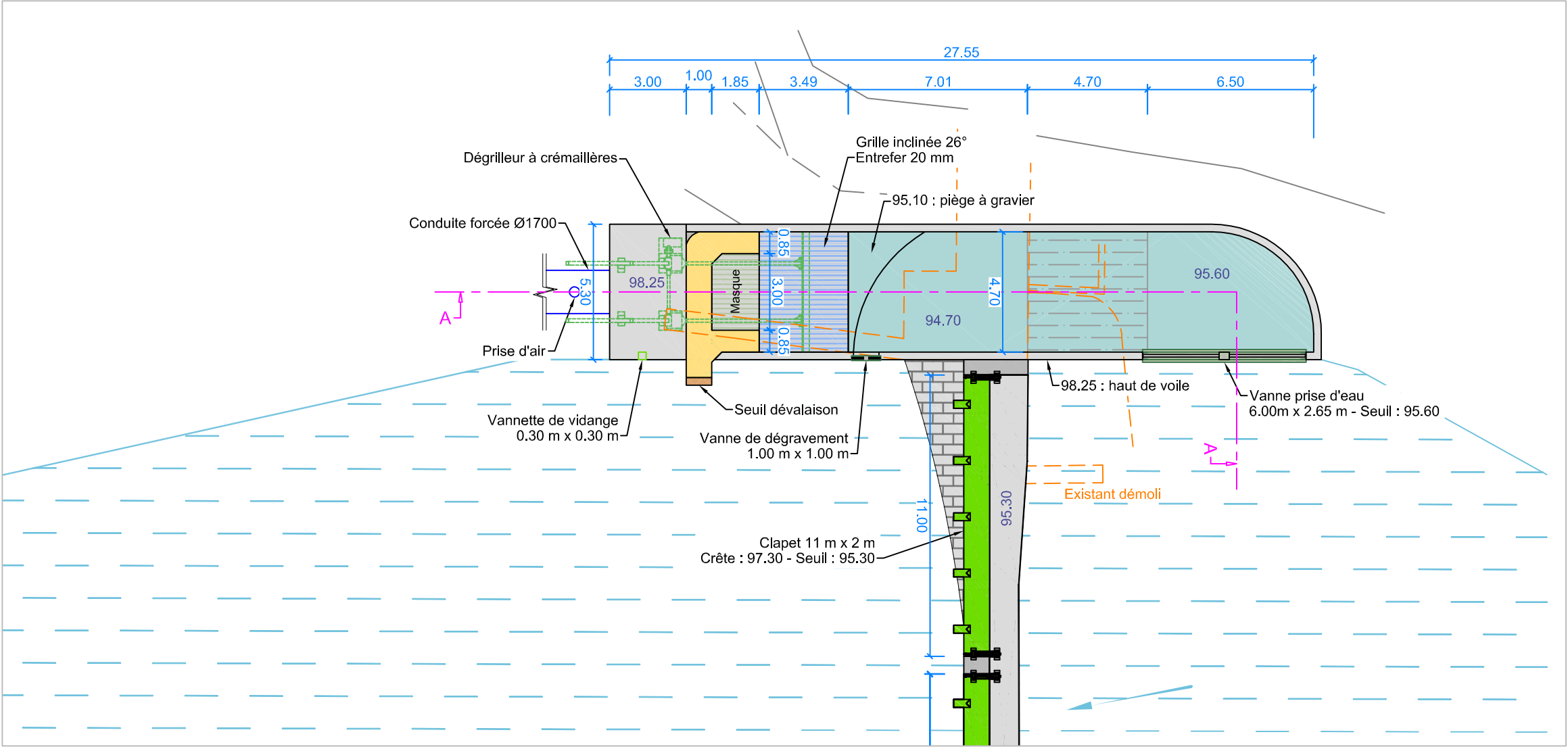
Romain Bonnet

TITRE:

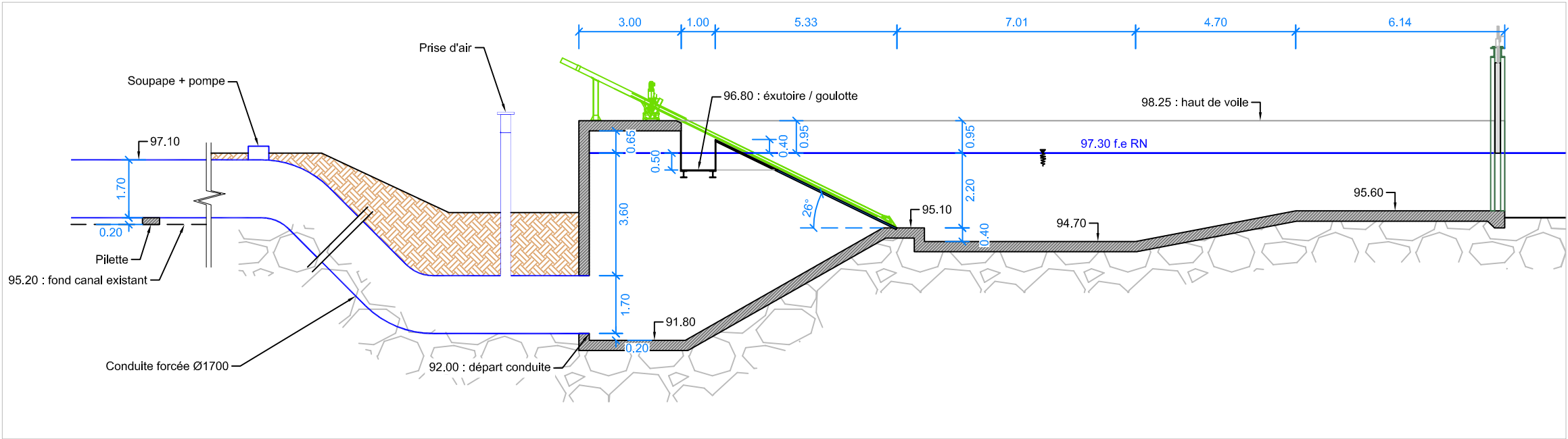
Scénario module / 1000kW

Vue en plan

Vue en plan. Ech.: 1/200



Coupe A-A. Ech.: 1/150





ZI Fournié - 09400 Tarascon - sur - Ariège

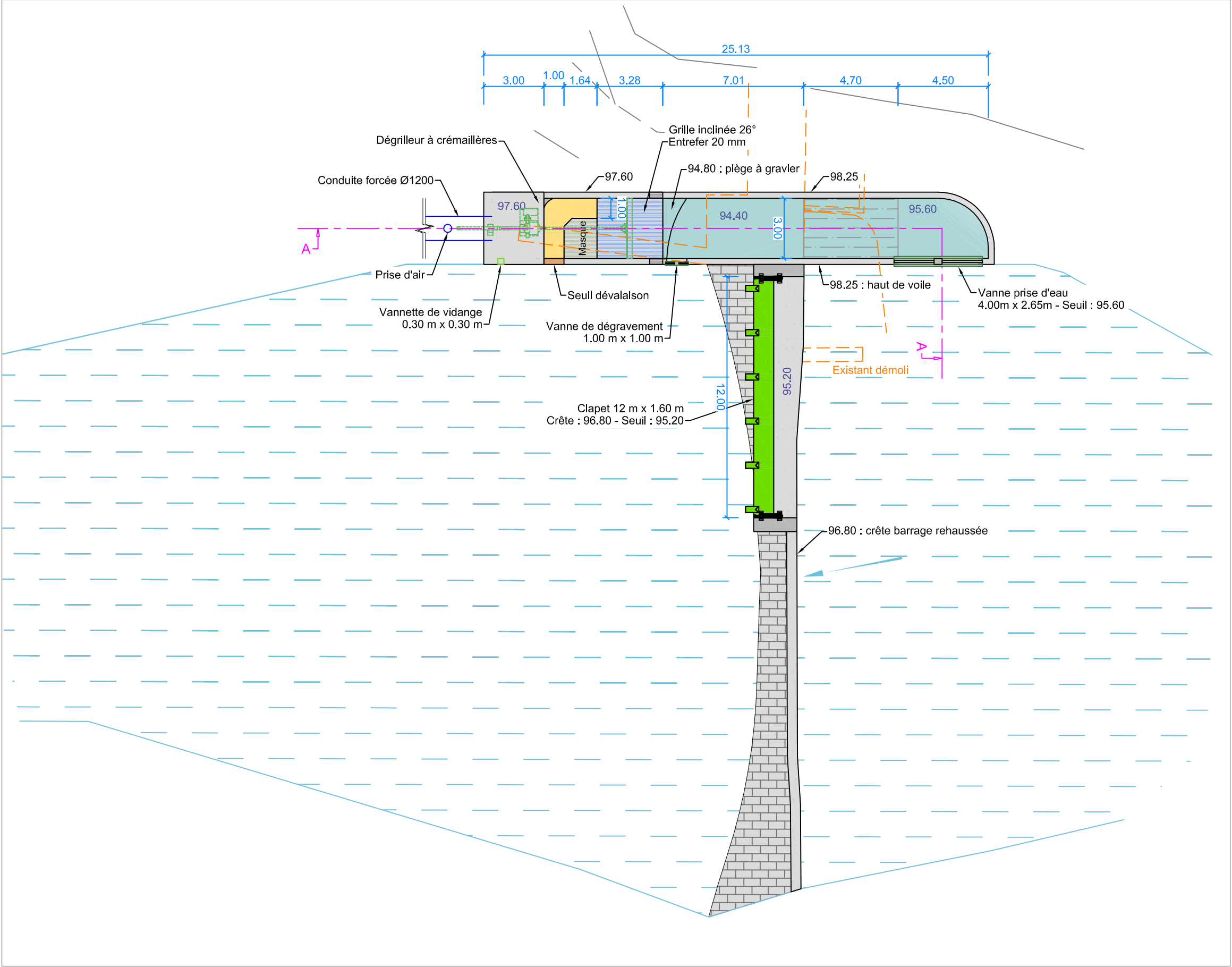
DATE	MODIFICATION	REV.
21-12-23	Création	0
25-06-24	Mise à jour	1
19-09-24	Mise à jour	2

NOTES:
Plan de conception générale non valable pour exécution

CLIENT:	Communauté d'Agglomération du Pays Ajaccien
PROJET:	Etude de faisabilité - Seuil de la Gravona

A3	Ech.: Indiqué sur le plan	RESPONSABLE:
N° Doc.		Gauthier Dupuy
23012	ESQ R2 04	DESSINATEUR:
TITRE:		Romain Bonnet
Scénario module / 1000kW		
Vue en plan + coupe A-A		

Vue en plan. Ech.: 1/200



DATE	MODIFICATION	REV.
21-12-23	Création	0
25-06-24	Mise à jour	1
19-09-24	Mise à jour	2

NOTES:

Plan de conception générale non valable pour exécution

CLIENT:

Communauté d'Agglomération du Pays Ajaccien

PROJET:

Etude de faisabilité - Seuil de la Gravona

A3

Ech.: 1/200

N° Doc.

23012

ESQ

R2

05

RESPONSABLE:

Gauthier Dupuy

DESSINATEUR:

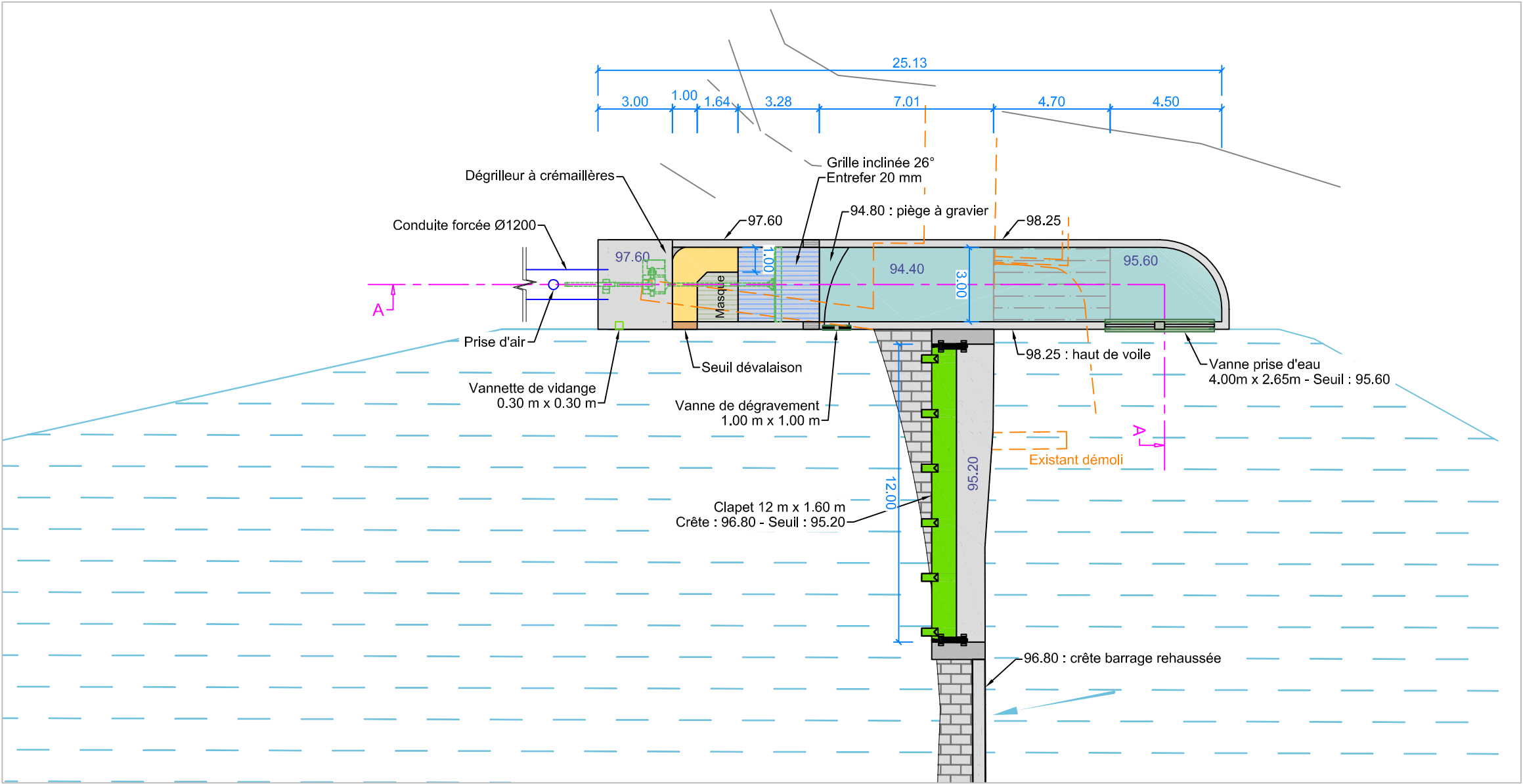
Romain Bonnet

TITRE:

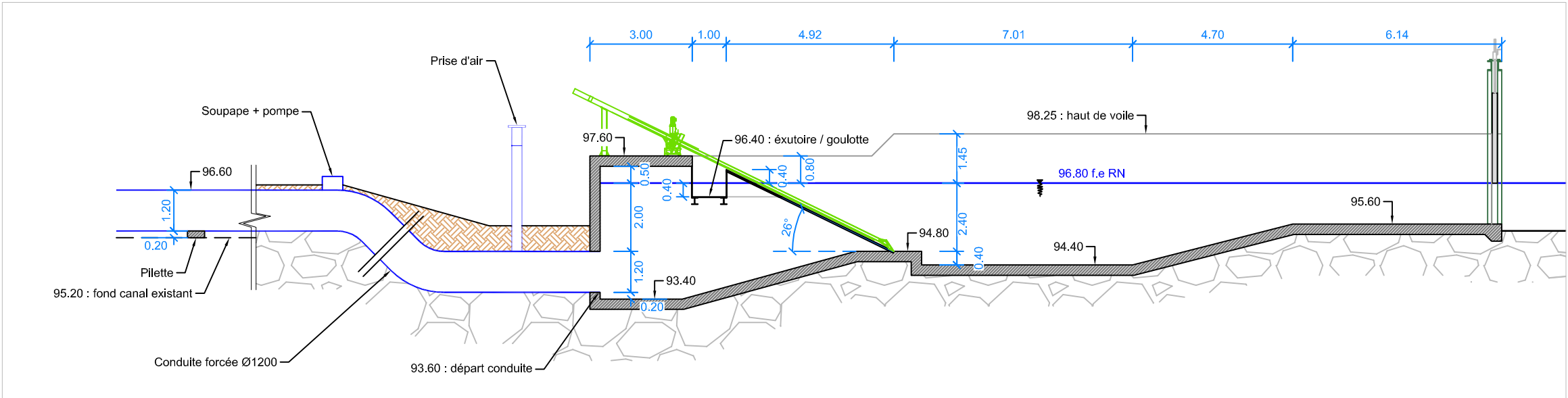
Scénario 500kW

Vue en plan

Vue en plan. Ech.: 1/200



Coupe A-A. Ech.: 1/150





ZI Fournié - 09400 Tarascon - sur - Ariège

DATE	MODIFICATION	REV.
21-12-23	Création	0
25-06-24	Mise à jour	1
19-09-24	Mise à jour	2

NOTES:

Plan de conception générale non valable pour exécution

CLIENT:

Communauté d'Agglomération du Pays Ajaccien

PROJET:

Etude de faisabilité - Seuil de la Gravona

A3

Ech.: Indiqué sur le plan

RESPONSABLE:

Gauthier Dupuy

N° Doc.

DESSINATEUR:

Romain Bonnet

23012

ESQ

R2

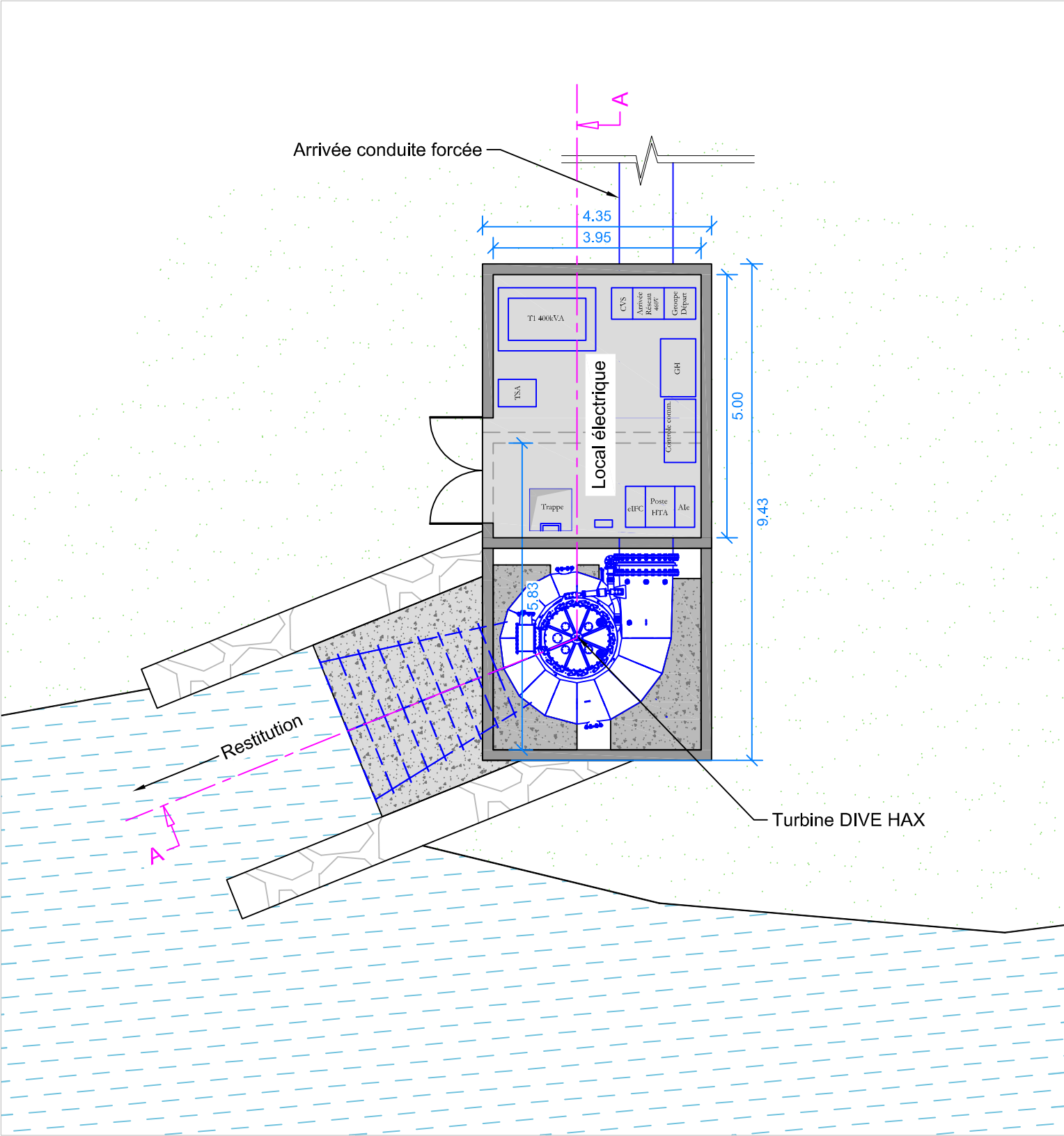
06

TITRE:

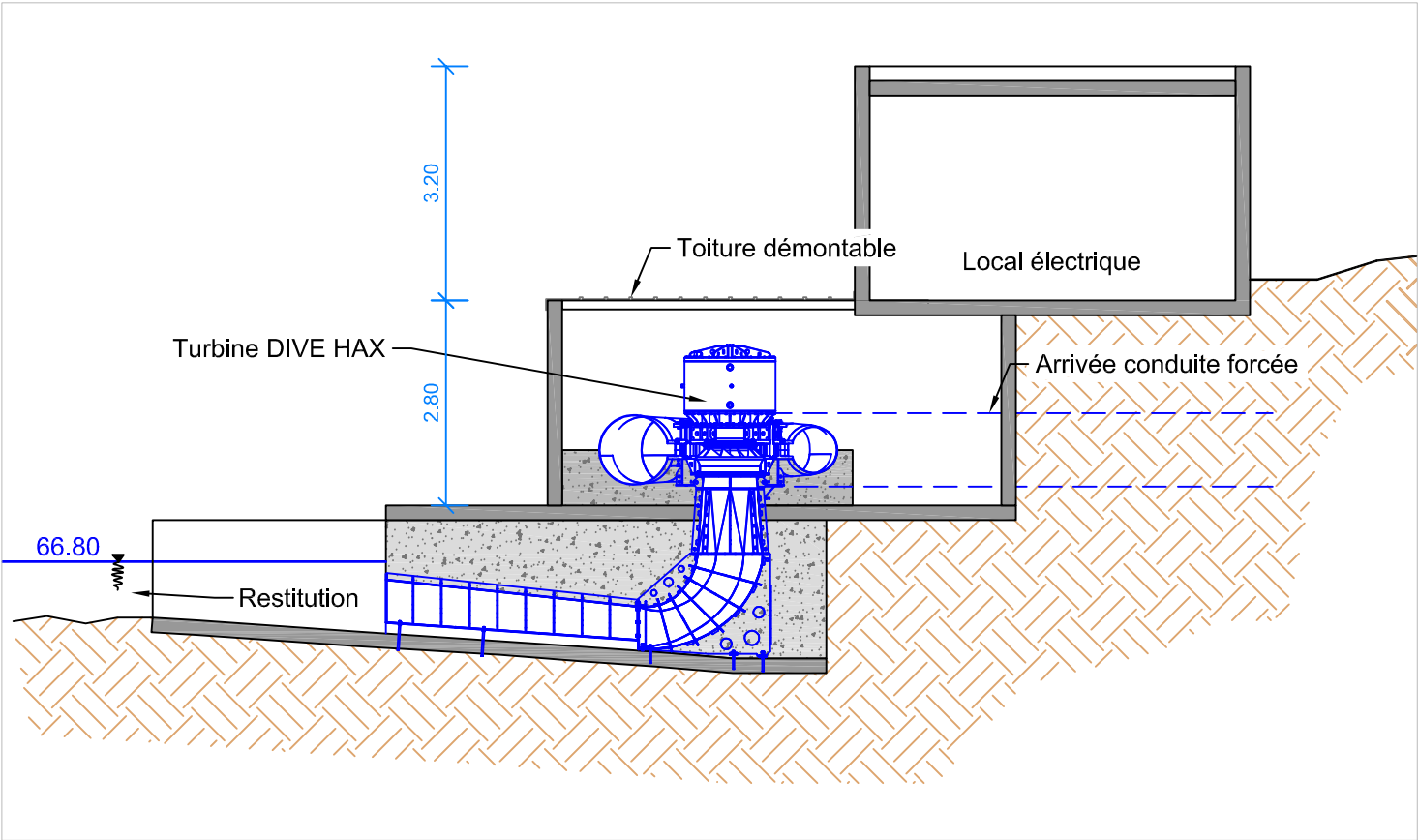
Scénario 500kW

Vue en plan + coupe A-A

Vue en plan. Ech.: 1/100



Coupe A-A. Ech.: 1/100



 ZI Fournié - 09400 Tarascon - sur - Ariège	DATE	MODIFICATION	REV.	NOTES:	CLIENT: Communauté d'Agglomération du Pays Ajaccien	A3	Ech.: 1/100	RESPONSABLE: Gauthier Dupuy		
	21-12-23	Création	0			N° Doc.		07	DESSINATEUR: Romain Bonnet	
	25-06-24	Mise à jour	1		23012	ESQ	R2		PROJET: Etude de faisabilité - Seuil de la Gravona	TITRE: Plans de principe - Usine Vue en plan + coupe A-A
	19-09-24	Mise à jour	2							
				Plan de conception générale non valable pour exécution						