



ETUDE DE FAISABILITE



SAINT AGNAN EN VERCORS

➤ Captage du trou de
l'Aygues

Étude de faisabilité de la
réalisation d'une turbine de
production d'hydroélectricité



SOMMAIRE

1	PRESENTATION DU PROJET ET DU SITE	6
1.1	CONTEXTE.....	6
1.1.1	Le syndicat.....	6
1.1.2	Son alimentation en eau.....	7
1.1.3	Problématique.....	7
1.2	OBJET DE L'ÉTUDE.....	7
1.3	LOCALISATION DU PROJET	7
2	DESCRIPTIF DE L'EXISTANT	9
2.1	LE RÉSEAU D'EAU POTABLE DU SIEAV.....	9
2.2	SYNOPTIQUE DU FONCTIONNEMENT ACTUEL	11
2.3	CAPTAGE DU TROU DE L'AYGUE.....	11
2.4	CAPTAGE DES NÉS OU DES NEYS	13
2.5	ARRÊTÉ D'AUTORISATION DES CAPTAGES	15
2.6	RÉSERVOIR SAINT ALEXIS	16
2.7	CANALISATION D'ADDUCTION ACTUELLE	18
2.7.1	Canalisation actuelle	18
2.7.2	Ouvrage dessableur	19
2.7.3	Ouvrages brise charge	20
2.8	TÉLÉGESTION.....	20
3	CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE ET ETUDE HYDRAULIQUE DE LA RESSOURCE	21
3.1	CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	21
3.1.1	Contexte géologique régional.....	21
3.1.2	Contexte géologique local	22
3.2	FONCTIONNEMENT HYDROGÉOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE.....	23
3.2.1	Le réseau souterrain	23
3.2.2	Ruisseau de Combemale	25
3.3	PREMIÈRE MESURES DE DÉBITS AU TROU DE L'AYGUE	29
3.4	HYDROLOGIE - SUIVI DU DEBIT DU TROU DE L'AYGUE	29
3.5	DEBITS MESURES AU RESERVOIR.....	31
3.6	SYNTHÈSE.....	32

3.7	INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES.....	32
4	DEFINITION DES SCENARII	33
4.1	SCÉNARIO 0 : UNIQUEMENT AEP.....	33
4.2	SCÉNARIO 1 : AEP + TURBINAGE AU PONT DES SCIES	33
4.3	SCÉNARIO 2 : AEP + TURBINAGE AU PONT DES OULES.....	34
5	TRAVAUX DE CANALISATIONS.....	35
5.1	CONTRAINTES À PRENDRE EN COMPTE.....	35
5.1.1	Continuité de service.....	35
5.1.2	Réalisation des travaux en forte pente et sans accès carrossable.....	36
5.1.3	Exploitation ultérieure de la canalisation.....	36
5.1.4	Période de travaux	36
5.1.5	Contraintes foncières	36
5.1.6	Végétation, défrichage et déboisement	38
5.1.7	Pressions	38
5.1.8	Géotechnique.....	39
5.2	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT FUTUR.....	39
5.3	TRACÉS ENVISAGEABLES	39
5.3.1	Secteur Amont	40
5.3.2	Secteur Central	40
5.3.3	Antenne Saint Alexis	40
5.3.4	Secteur Aval.....	40
5.4	PROFILS ENVISAGEABLES	41
5.4.1	Scénario 0 et 1	42
5.4.2	Scénario 2.....	43
5.5	DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE	44
5.5.1	Hydroélectricité	44
5.5.2	Eau potable uniquement	44
5.6	POSE DES NOUVELLES CANALISATIONS	44
5.6.1	Travaux préparatoires et de terrassement.....	44
5.6.2	Travaux de pose des conduites.....	45
5.6.3	Massifs d'ancrage	46
5.6.4	Massifs de butée	46
5.7	OUVRAGES ANNEXES.....	46
5.7.1	Traversée du ruisseau sous le Trou de l'Aygue.....	46
5.7.2	Traversée du pont des scies	47
5.7.3	Traversée route départementale	48
5.7.4	Raccordement amont aux ouvrages de captage	49
5.7.5	Rejet au milieu naturel.....	49
5.8	TRAVAUX D'ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION, de GESTION ET DE RÉGULATION HYDRAULIQUE.....	49

5.9	TÉLÉGESTION	49
5.10	OUVRAGE GÉNIE CIVIL – DESSABLEUR CHAMBRE DE MISE EN CHARGE ...	50
5.11	TRAVAUX CONNEXES	50
6	TRAVAUX HYDROGEOLOGIQUE – CREATION D'UNE NOUVELLE PRISE D'EAU ...	52
6.1	IMPLANTATION DE LA PRISE D'EAU	52
6.1.1	Option 1 : Prise d'eau au seuil de mesure de débit	53
6.1.2	Option 2 : Prise d'eau dans la marmite par forage.....	56
7	TRAVAUX HYDROELECTRIQUES.....	59
7.1	SCÉNARII	59
7.1.1	Optimisation énergétique	59
7.1.2	Optimisation économique.....	60
7.2	DÉNIVELÉS RÉCUPÉRABLES - HAUTEUR BRUTE	61
7.3	DÉBITS	61
7.3.1	Débits disponibles	61
7.3.2	Débit d'équipement	61
	Scénario 1a.....	62
	Scénario 1b.....	64
	Scénario 2a.....	66
	Scénario 2b.....	67
7.4	DESCRIPTION TECHNIQUE PRÉVISIONNELLE DE L'INSTALLATION.....	69
7.4.1	Caractéristiques techniques des machines préconisées	69
7.4.2	Éléments communs à tous les scénarii.....	69
7.4.3	Éléments spécifiques au scénarios 1a & 1b	74
7.4.4	Éléments spécifiques au scénarios 2a & 2b	75
7.5	TRAVAUX CONNEXES À RÉALISER.....	76
7.5.1	Instrumentation chambre de mise en charge.....	76
7.5.2	Vanne de garde (motorisée).....	76
7.5.3	Raccordement électrique du captage	77
7.6	ESTIMATION DU PRODUCTIBLE ET DU CHIFFRE D'AFFAIRE EN FONCTION DU TEMPS ET DU SCENARIO	77
7.6.1	Méthodologie de l'estimation du productible énergétique	77
7.6.2	Estimation du productible énergétique	78
7.6.3	Méthodologie pour le calcul du chiffre d'affaire.....	79
7.6.4	Recettes prévisionnelles	80
7.7	ÉVALUATION DES COÛTS D'EXPLOITATION.....	80
8	ASPECTS RÉGLEMENTAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX	82
8.1	SITUATION DU PROJET PAR RAPPORT AUX ZONES PROTÉGÉES	82
8.2	NATURE ET CONSISTANCE DU DROIT D'EAU.....	83
8.3	ASPECTS FONCIERS	83
8.4	ASPECTS URBANISMES	83

8.5	ASPECTS SANITAIRES	83
8.6	REGLEMENTATION ENVIRONNEMENTALE : REALISATION D'UN OUVRAGE SOUTERRAIN, D'UN PRELEVEMENT ET DE CANALISATION	84
8.6.1	Forage.....	84
8.6.2	Prélèvement.....	85
8.6.3	Travaux.....	85
8.7	RÉGLEMENTATION ENVIRONNEMENTALE – DOSSIER LOI SUR L'EAU.....	85
8.8	TRAVAUX EN ZONE NATURA 2000	86
8.9	TRAVAUX EN PERIMETRE DE PROTECTION AEP.....	86
9	SYNTHESE FINANCIERE ET PROPOSITION	88
9.1	MONTANT DES INVESTISSEMENTS.....	88
9.2	COMPARAISON DES SCÉNARIIS ET CLÉ DE RÉPARTITION EAU POTABLE / TURBINAGE.....	90
9.3	SUBVENTIONS ALLOUABLES.....	92
9.3.1	Territoire à Energie Positive pour la Croissance Verte	92
9.3.2	Tarif d'achat de l'électricité produite	92
9.3.1	Région Rhône Alpes	92
9.3.1	Dotation de l'État.....	92
9.3.2	Agence de l'eau RMC	93
9.3.3	Département	93
10	MONTAGE JURIDIQUE ET CONTRACTUEL.....	94
10.1	PORTEUR DE PROJET ET MAITRISE D'OUVRAGE TURBINES.....	94
10.2	FINANCEMENT	94
10.3	MARCHE PUBLIC.....	95
11	PLANNING PREVISIONNEL DE REALISATION	96
12	DONNEES COMPLEMENTAIRES A RECHERCHER	97

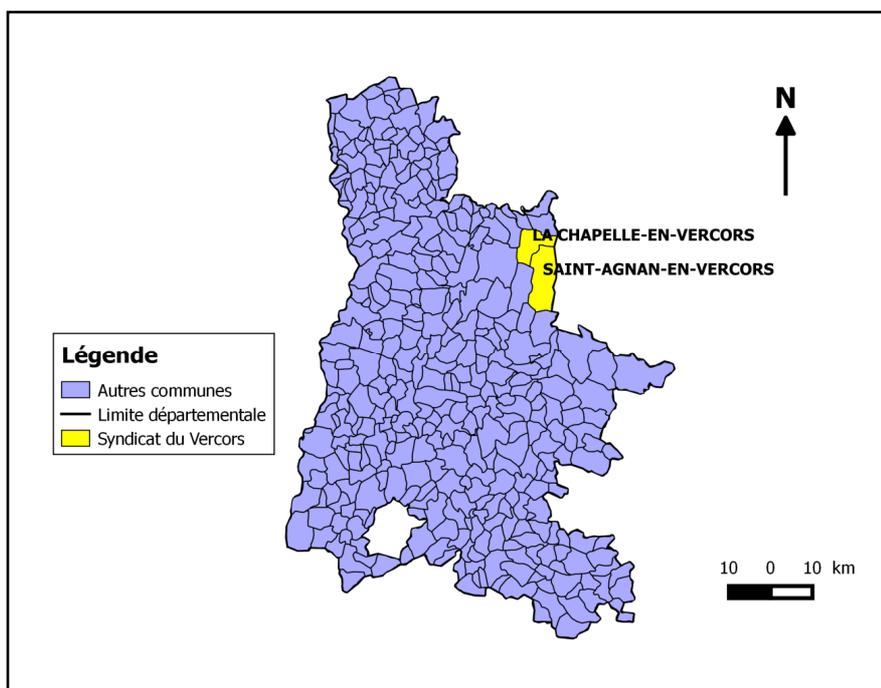
1

PRESENTATION DU PROJET ET DU SITE

1.1 CONTEXTE

1.1.1 Le syndicat

Le Syndicat des Eaux et d'Assainissement du Vercors est composé de deux communes : la Chapelle en Vercors et Saint Agnan en Vercors. Ces deux communes sont situées au cœur du Parc naturel régional du Vercors dans le département de la Drôme en région Auvergne Rhône Alpes. 50 km les séparent de l'agglomération de Valence et 60 km de l'agglomération de Grenoble.



La commune de la Chapelle s'étend sur 45,3 km² et compte 677 habitants au recensement de 2013.

La commune de Saint Agnan en Vercors s'étend sur 84,2 km² et compte 399 habitants au recensement de 2013.

1.1.2 Son alimentation en eau

Sa principale ressource est le captage du Trou de l'Aygue, situé sur la Commune de Saint Agnan en Vercors, à proximité du hameau du Rousset en Vercors, à l'aplomb en rive droite du vallon de Combe Male, à l'intérieur de la grotte du même nom.

1.1.3 Problématique

Ce captage et la conduite d'adduction jusqu'au réservoir ont été réalisés en 1932, et nécessitent aujourd'hui d'être rénovés. En effet, la canalisation d'adduction depuis le captage présente un état assez médiocre (corrosion, détérioration de la double enveloppe de protection mécanique, fuites avérées et autres probables) et une **grande vulnérabilité aux chutes de blocs** ou de pierres fréquentes à la sortie de la grotte (porche).

Partant de ce constat, il paraît impératif et urgent de réaliser des **travaux de sécurisation** de cette conduite afin de pouvoir garantir l'approvisionnement en eau potable des communes concernées (aucune ressource de secours existante pour Saint-Agnan).

Les travaux à engager apparaissant très lourds à porter financièrement pour le syndicat, celui-ci serait intéressé par la mutualisation d'une partie des travaux (nouveau captage de la source, nouvelle conduite d'adduction d'eau brute, éventuellement réalisation d'une tranchée commune...) avec un projet d'exploitation du potentiel hydroélectrique de la ressource.

Plusieurs pré-études ont déjà été engagées dans cette optique (suivi des débits de la rivière souterraine du Trou de l'Aygue), mais aucun n'a actuellement permis l'émergence d'un projet viable.

1.2 OBJET DE L'ÉTUDE

L'objet de la présente étude est donc de faire une synthèse des données existantes sur le sujet et d'établir plusieurs scénarii pour projet dans le cadre d'une étude de faisabilité afin de définir les potentielles caractéristiques tant techniques que financières, tant administratives que réglementaires de ce projet.

1.3 LOCALISATION DU PROJET

La source du Trou de l'Aygue est située dans la grotte du même nom, en rive droite du vallon de Combe Male, à l'Est du hameau de Rousset appartenant à la commune de Saint-Agnan-en-Vercors (Vercors Drômois).

2

DESCRIPTIF DE L'EXISTANT

2.1 LE RÉSEAU D'EAU POTABLE DU SIEAV

Le système d'alimentation en eau potable est exploité par la société Veolia Eau en vertu d'un contrat d'affermage entré en vigueur le 01 octobre 2011. Le contrat d'une durée de 15 ans prend fin le 30 septembre 2026.

Les chiffres clés du service :

- 1 191 habitants
- 979 abonnés
- Installations de production d'une capacité de 1 008 m3 par jour :
 - Gourds Ferrands ;
 - Combe Male (ou Trou de l'Aygue) ;
 - Nées.
- Réservoirs d'une capacité totale de 1 900 m3 :
 - La Chapelle (1 000 m3)
 - Saint Agnan (300 m3) ;
 - Saint Alexis (600 m3)
- 68 kilomètres de canalisation de distribution (hors branchements)
- 42.1 % de rendement du réseau d'eau potable

Le patrimoine de la commune est composé :

- Des installations de production,
- Des réseaux de distribution,
- Des branchements en domaine public,
- Des outils de comptage,
- Des équipements du réseau.

Les volumes captés à partir des différentes ressources ont été étudiés dans le SDAEP à partir des compteurs de distribution en sortie réservoir :

	2014	2015	2016	2017	2018	N/N-1
Volume prélevé (m3)	229 913	252 226	298 524	245 239	234 410	-4,4%
Volume prélevé par ressource (m3)						
GOURDS FERRANDS	33 674	73 961	91 485	60 563	50 384	-16,8%
SOURCE DE COMBEMALLE	165 068	156 291	180 889	162 812	163 691	0,5%
SOURCE DES NEES	31 171	21 974	26 150	21 864	20 335	-7,0%

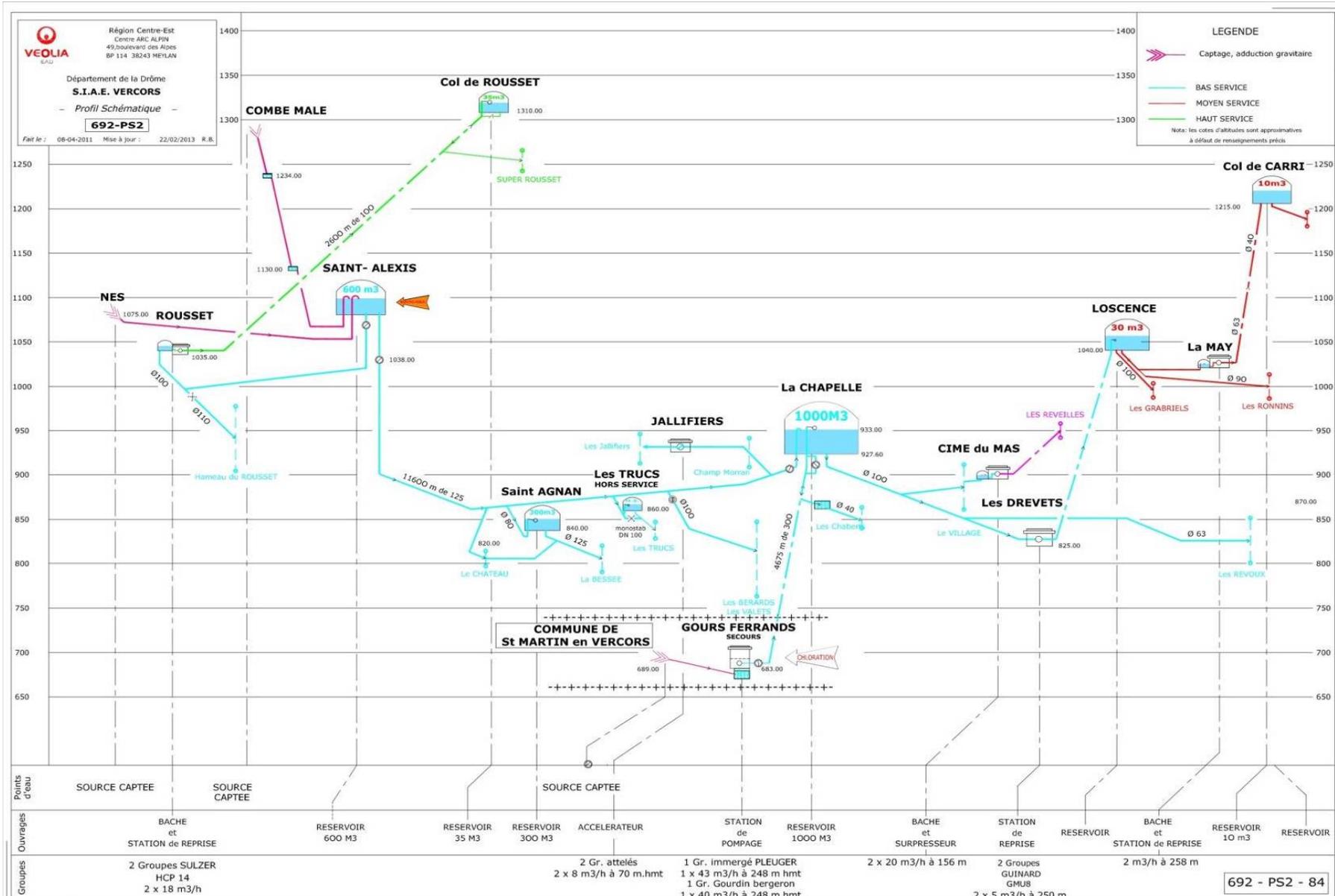


Figure 3: Profil schématique du réseau de distribution d'eau potable - SIEAV

2.2 SYNOPTIQUE DU FONCTIONNEMENT ACTUEL

Deux captages permettent l'alimentation en eau du réservoir de Saint-Alexis : le captage du Trou de l'Aygue et le captage des Neys.

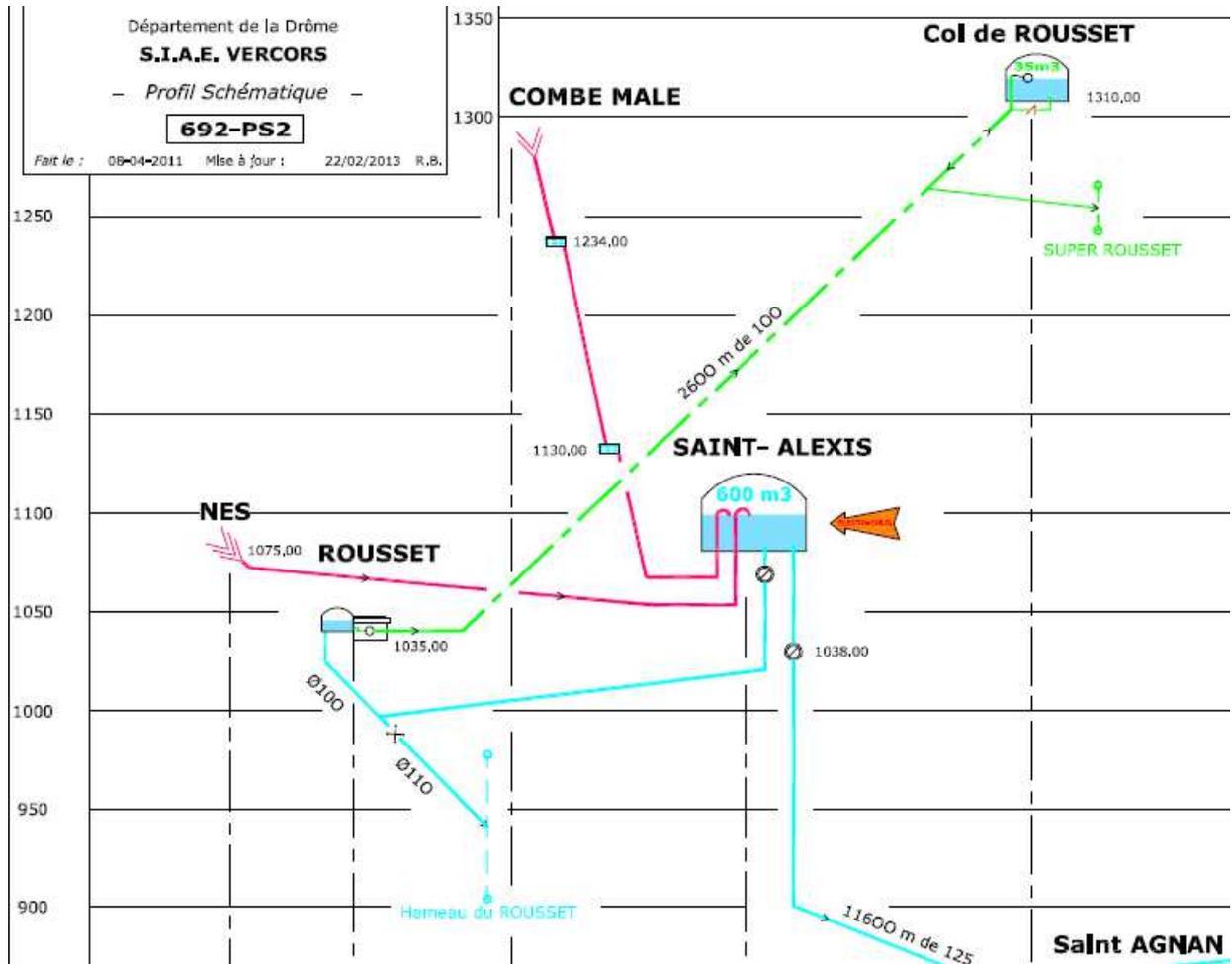


Figure 4 : Synoptique du fonctionnement actuel du captage

2.3 CAPTAGE DU TROU DE L'AYGUE

Le captage du Trou de l'Aygue est constitué d'un petit ouvrage maçonné situé quelques dizaines de mètres à l'intérieur du porche. Il intercepte une partie des eaux des écoulements souterrains. Il comprend un bac de mise en charge collectant les venues d'eau depuis une strate plus marneuse, dans lequel une canalisation en fonte ou acier avec crépine de départ prend un débit de l'ordre de 45 m³/h (soit 12,5 L/s ou 1080 m³/j), pour l'adduction AEP.

Le trop plein du débit transitant dans l'ouvrage est directement restitué par débordement dans la grotte où il rejoint le réseau karstique aval.

Quelques mètres en aval dans la grotte, une grille a été installée en 2002 pour condamner l'accès à la grotte et au captage AEP (protection de la ressource en eau).

Les eaux captées sont acheminées au dessableur / brise-charge situé en contrebas sur le bord de la piste d'accès, où un nouveau trop-plein restitue encore une partie du débit qui rejoint le ruisseau de Combe male.

Au sortir de la grotte, la canalisation passe actuellement sous les falaises sur un petit ouvrage maçonné en pierre, et est très exposée aux nombreuses chutes de blocs. Malgré une protection par une canalisation en fonte (ou acier) dans une enveloppe ciment, elle reste très vulnérable et présente un état de dégradation avancé à ce niveau. À partir du dessableur, la canalisation suit la piste forestière jusqu’au réservoir Saint-Alexis. Selon les données du SDAEP, le volume mis en distribution depuis le réservoir est en moyenne de **450 m³/j**.



Figure 5 : Vue du captage (extérieur à gauche, et intérieur à droite)



Figure 6 : canalisation dans le porche de la grotte



Figure 7 : Canalisation en sortie de la grotte

Localisation	
Nom	Captage COMBE MALLE (Trou de l'Aigle)
Commune	Saint Agnan en Vercors
N°parcelle et section	
Accès	Chemin communal carrossable + accès piéton à flanc de montagne
Adduction vers	Réservoir de Saint Alexis
Altitude	
Référence de la mesure	
Altitude	~ 1250 m
Mise en conformité administrative	
Avancement procédure DUP	
Débit autorisé	
Clôture / portail	Clôture et portail existants
Débits	
Débit d'étiage	
Débit moyen	
Caractéristiques de l'ouvrage	
Type d'ouvrage	Galeries
Génie civil intérieur / extérieur	Bon état
Tuyauterie	Acier en mauvais état
Destination TP et Vidange	Déversement dans la cavité à l'aval du captage
Appareillage	
Divers	Pas de compteur, ni traitement, ni électricité, ni télécom, ni télégestion, ni autre appareillage
OBSERVATIONS	
	1 brise charge et un dessableur sur adduction Adduction gravitaire jusqu'au réservoir de Saint Alexis

2.4 CAPTAGE DES NÉS OU DES NEYS

Au niveau de la source des Neys, seule une partie de l'eau qui résurge est captée pour l'AEP du SIEAV, l'autre partie rejoint directement le ruisseau de Combe Male. Une grille condamne l'accès de la grotte dans laquelle se trouve le captage (protection de la ressource AEP). La canalisation d'adduction rejoint le lit du ruisseau qu'il suit sur quelques dizaines de mètres en rive droite, avant de rejoindre gravitairement la piste forestière puis le réservoir Saint-Alexis.

Selon les données du SDAEP, le volume « prélevé » sur cette ressource est en moyenne de **50 à 80 m³/j**. À l’absence de compteur sur cette ressource, la méthodologie ayant permis cette estimation n’est pas connue.



Figure 8 : Vue de la grotte, et captage des Neys



Figure 9 : sortie de la canalisation et passage de la conduite dans un ouvrage maçonné en rive droite du ruisseau

2.5 ARRÊTÉ D'AUTORISATION DES CAPTAGES

Les deux captages ont été autorisés au titre du code de la santé ainsi que du code de l'environnement par un Arrêté Inter préfectoral Drôme Isère (N°02-2007 (26) et N° 2002-05517 (38)) instituant les droits d'eau (8,9 l/s soit 32 m³/h pour un maximum de 768 m³/j sur le Trou de l'Aygue) ainsi que les délimitations des périmètres de protection. Il est à noter que le périmètre de protection immédiat de ce captage, tel que représenté sur l'arrêté de 2002 ne semble pas cohérent avec la protection de la ressource car situé en aval du point de captage (différents aussi de ceux représentés par l'ARS sur leur carte des aires de protection).

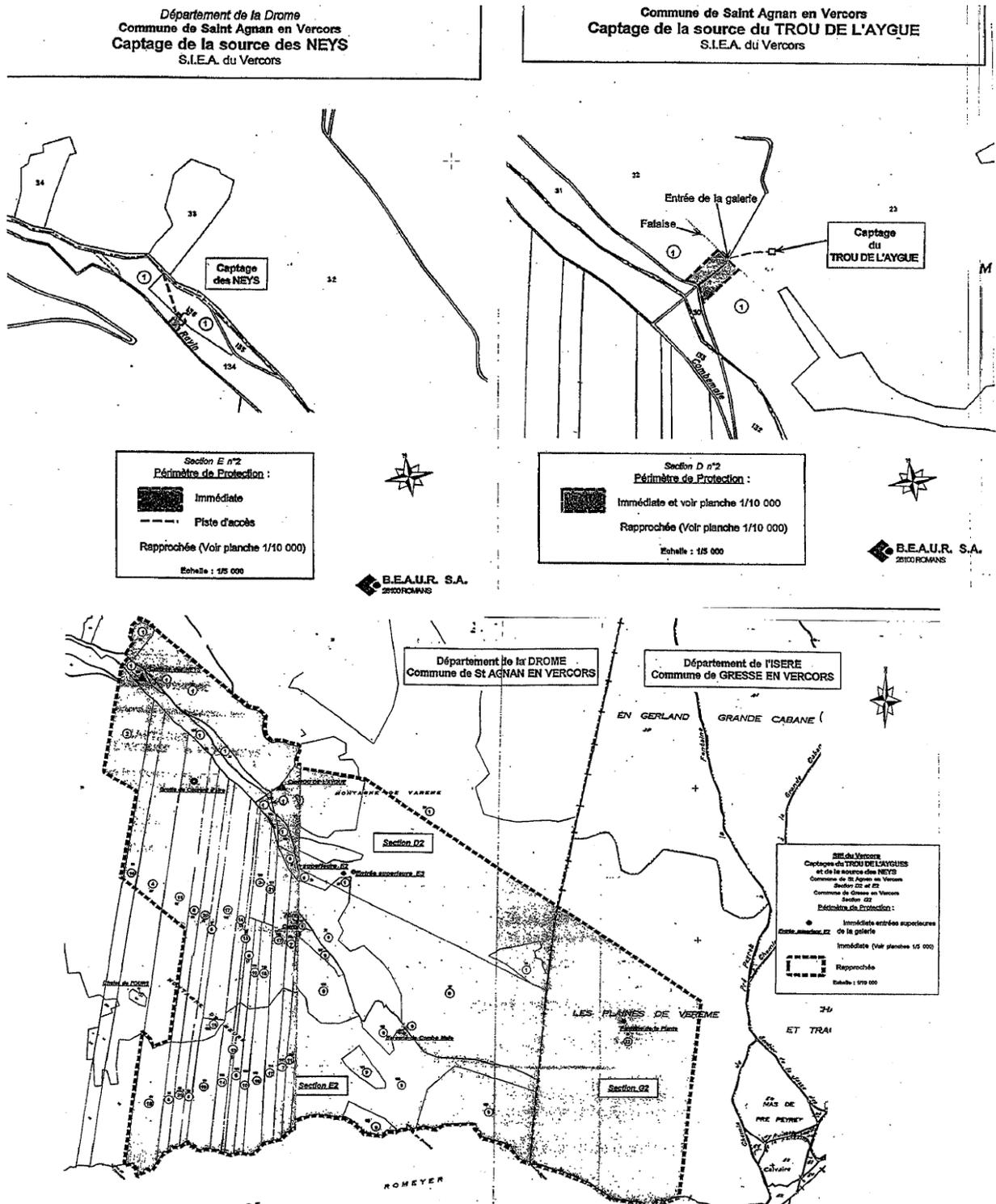


Figure 10 : Délimitation des périmètres de protection des captages selon l'arrêté inter préfectoral d'autorisation

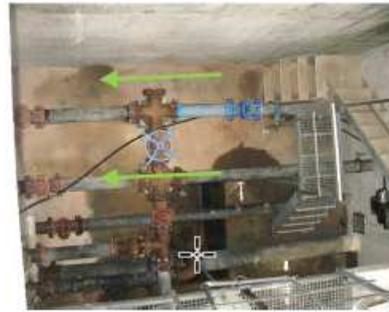
2.6 RÉSERVOIR SAINT ALEXIS

Localisation	
Nom de l'ouvrage	Réservoir SAINT ALEXIS
Commune	Saint Agnan en Vercoors
Altitude	
Référence de la mesure	Plan Véolia
Altitude	TP : 1045 m
Caractéristiques du réservoir	
Date de construction	1998
Volume total	800 m ³
Dont réserve incendie	NON
Alimentation / distribution	
- alimentation par :	Captages de Combe Malle et Nées
- distribution vers :	Tout le réseau AEP du syndicat
Type de régulation	AUCUNE : le surplus d'eau part au trop-plein
Traitement sur site	
Traitement principal	Traitement par injection de chlore liquide sur les 2 conduites de distribution, asservie aux compteurs
Etat général extérieur	
Clôture / portail	NON
Génie civil apparent	Très bon état
Serrurerie	Très bon état : Inox , habillé de bois
Entretien général	Très bon état
Etat général intérieur	
Génie civil	Très bon état
Serrurerie	Très bon état : Inox
Equipements hydrauliques	
Canalisation	Fonte Ø150
Vannes	Vanne opercule cahoutchouc
Compteurs	Compteurs sur les 2 conduites de distribution Ø150
Autre appareillage	-
Commande / Télégestion	
Electricité	Raccordé - ligne enterrée sur les 100 derniers mètres
Télécom	NON
Télégestion	OUI
Sécurité	
Sécurité anti-intrusion	NON
OBSERVATIONS	
	Les eaux captées aux sources de Combe Malle et des Nées, qui ne partent pas distribution, vont au trop-plein. L'eau est traitée sur les conduites de distribution. L'eau allant au trop-plein est non traitée. Le trop-plein rejoint une combe puis le ruisseau.

RESERVOIR SAINT ALEXIS



Vue extérieure du réservoir



Vue générale intérieure



Génie civil intérieur



Traitement au chlore



Vue générale intérieure



Compteurs sur distribution

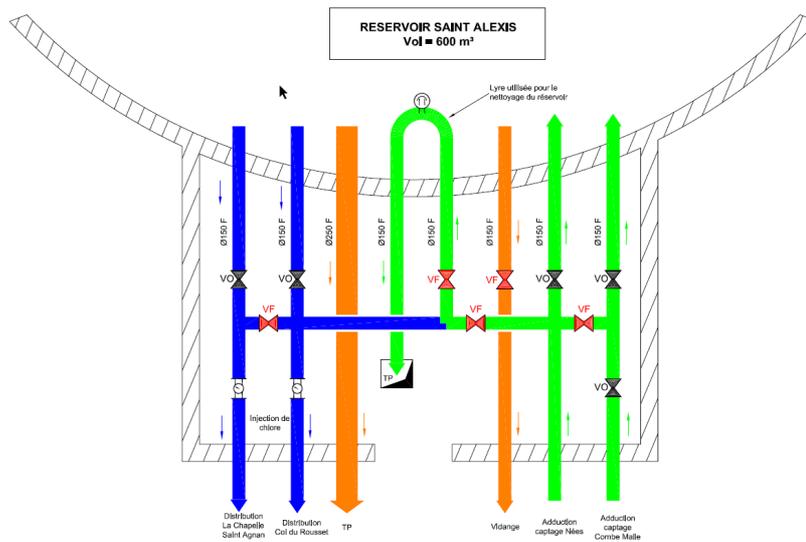


Figure 11 : Photos et schéma Réservoir Saint Alexis

2.7 CANALISATION D'ADDUCTION ACTUELLE

2.7.1 Canalisation actuelle

Contrairement aux informations indiquées sur les plans, la canalisation actuelle semble être une canalisation en Acier DN 100mm. Le tracé n'est pas connu très précisément mais hormis à la sortie de la grotte où la canalisation semble emprunter une sente à flanc de coteau, le tracé semble ensuite être intégralement sous le chemin forestier existant.

Il s'agira de définir son tracé avec précision pour garantir la continuité de service pendant les travaux.

Cette canalisation semble être partiellement en charge et dispose de plusieurs ouvrages intermédiaires.



Figure 12 : Photos canalisation actuelle

2.7.2 Ouvrage dessableur

Le dessableur existant permet de s'affranchir des matériaux grossiers qui seraient charriés par cette ressource karstique en temps de pluie.

Un trop-plein semble fonctionner sur cet ouvrage avec rejet au milieu naturel.



Figure 13 : Photos dessableur actuel

2.7.3 Ouvrages brise charge

Différents brises charges permettent de limiter la pression dans la canalisation par une dissipation de l'énergie mécanique et potentielle et une mise à l'atmosphère. Cette énergie est aujourd'hui dissipée dans ces ouvrages mais pourrait être récupérée en cas de mise en place d'une turbine d'hydroélectricité à l'aval. Des trop pleins semblent fonctionner de temps en temps sur ces ouvrages.



2.8 TÉLÉGESTION

La télégestion actuellement en place au niveau du réservoir Saint Alexis est un satellite type SOFREL S550 muni d'une carte de communication GSM raccordé avec le Poste Central de télégestion et le superviseur de l'exploitant.

3.1.2 Contexte géologique local

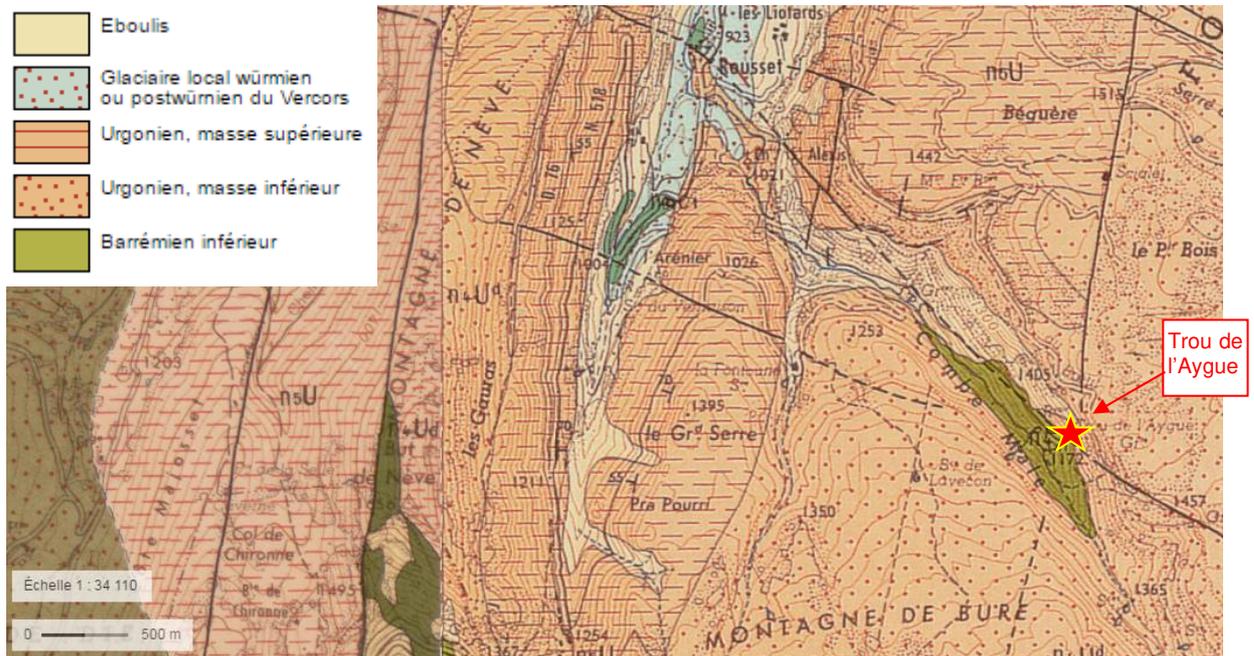


Figure 15 : Extrait de la carte géologique 1/50000e – feuille de la Chapelle-en-Vercors - BRGM

Le vallon de Combe Male est un vallon d'origine glaciaire et d'orientation Sud-Est/Nord-Est, qui a été creusé depuis le pas des Econdus jusqu'au hameau de Rousset, dans la masse calcaire de l'Urgonien.

Dans la partie haute du vallon, on se situe à l'affleurement sur les calcaires de l'Urgonien, puis en descendant en direction du hameau du Rousset, le vallon s'approfondit et l'on rencontre temporairement les marno-calcaires du barrémien inférieur à l'affleurement, remontés à la faveur des accidents tectoniques (faille Nord/Sud), à la cote 1300 m environ. Ils sont présents dans le fond du vallon jusqu'à la résurgence des Neys à l'aval. À l'aval de la résurgence des Neys, les calcaires Urgoniens reviennent à l'affleurement (synclinal de la Vernaison) et ce jusqu'au vallon de la Vernaison, on l'on trouve des dépôts glaciaires qui remplissent le fond du synclinal.

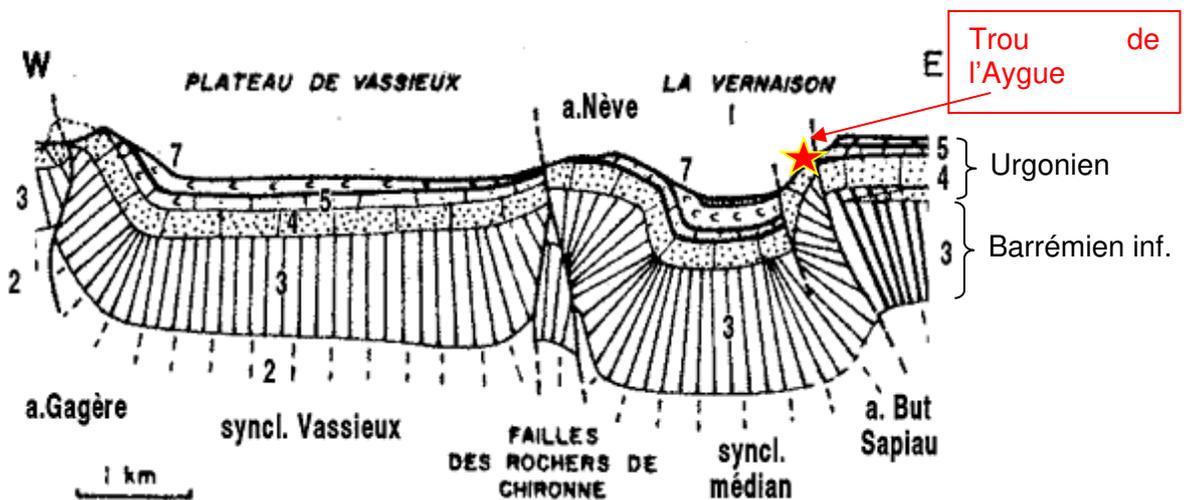


Figure 16 : Coupe simplifiée, d'après H. Arnaud, 1976

Le porche de la grotte du Trou de l'Aygue se situe au contact entre les calcaires Urgoniens et les marno-calcaires du barrémien inférieur (bien visibles à l'affleurement).

Localement, deux systèmes de faille sont visibles :

- Une faille Nord / Sud ;
- Une faille Sud-Est / Nord-Ouest, qui recoupe les grottes (Trou de l'Aygue et les Neys) en suivant grossièrement le vallon.

3.2 FONCTIONNEMENT HYDROGÉOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE

3.2.1 Le réseau souterrain

L'entrée de la grotte du Trou de l'Aygue constitue un exutoire temporaire (trop-plein) du réseau karstique souterrain qui se développe dans les massifs calcaires des hauts-plateaux à l'Est, alimenté par un bassin versant d'une surface estimée à environ 13 km². Située à 1275 m, elle constituerait une fenêtre sur un système karstique très développé à l'amont : réseau constitué de conduits plurimétriques dans lesquels les écoulements souterrains se rassemblent au sein d'un collecteur principal (visibles et cartographiés par les spéléologues). Puis le réseau est plus faiblement développé vers l'aval au sein des formations du barrémien inférieur constituées d'alternances de calcaires et de marnes (pertes diffuses, réseau non pénétrable).

Le réseau de la grotte du Trou de l'Aygue depuis le porche vers l'amont est constitué de :

- Un porche d'entrée d'environ 100 m (galerie pluri métrique) avec des dalles calcaires fissurées au niveau desquelles on constate des pertes non identifiables. En crue ou hautes eaux, les fissures, fractures et faille ne suffisent plus et l'eau s'évacue par le porche, s'écoule dans le pierrier puis rejoint le ruisseau de Combe male par une cascade ;
- Strates calco-marneuses sur lesquelles émergent et s'écoulent des venues d'eau (dont celles captées pour l'eau potable) ;
- Un réseau plus petit (galerie métrique sur une trentaine de mètres) donnant sur un laminoir ;
- Un laminoir de 80 m de longueur (2 à 3 m de largeur, 0.3 à 0.5 m de hauteur) ;
- Une zone de perte des écoulements souterrains sur 20 m avec présence de dépôts de graviers ;
- Une salle terminale qui marque la fin du collecteur principal ou circulent les écoulements souterrains (salle de 10 m de hauteur et une vingtaine de mètres de longueur et largeur) ;
- Le collecteur principal des écoulements souterrains, représenté par une galerie d'un mètre de largeur (au moins) et de plusieurs mètres de hauteur, développée au sein des calcaires Urgonien.

Le réseau a été visité sur plusieurs kilomètres, avec deux entrées connus à l'amont depuis les hauts plateaux : le puits du malentendu et le puits de l'imprévu (condamné aujourd'hui).

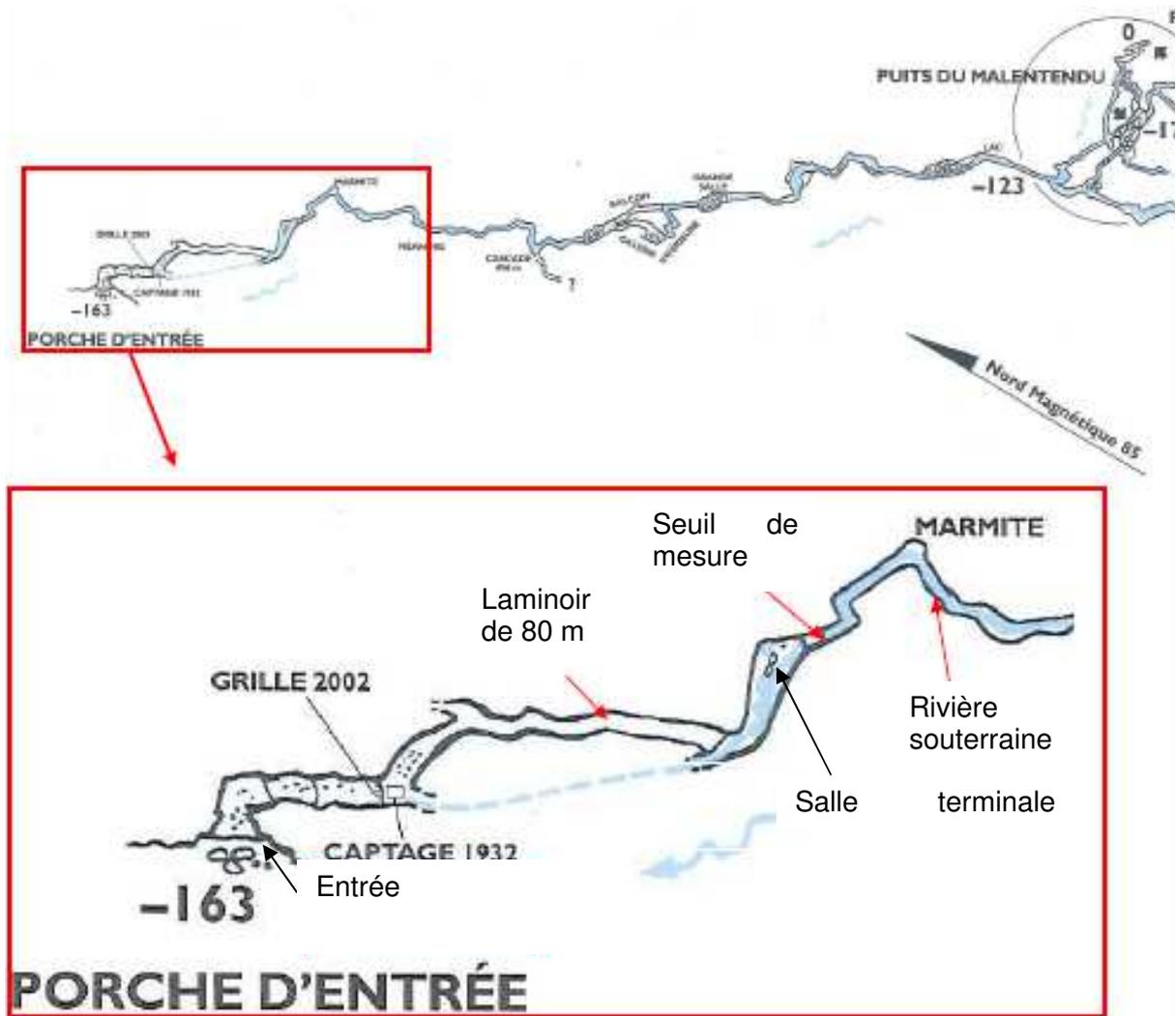


Figure 17 : Topographie de la partie inférieure du réseau de l'Aygue (spéléomag)



Figure 18 : Sortie du laminoir vers la rivière souterraine souterraine



Figure 19 : Zone de perte de la rivière

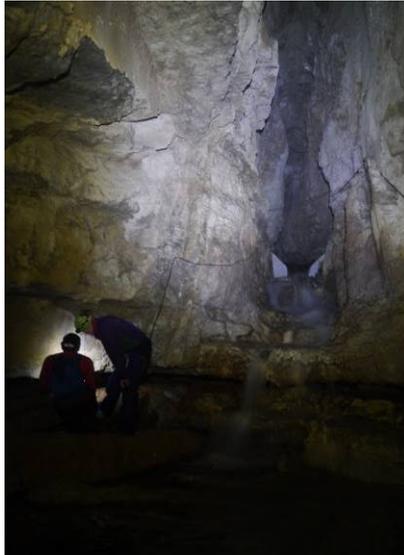


Figure 20 : Vue de la circulation d'eau souterraine depuis salle terminale

Un des exutoires connus de ce réseau karstique en aval du trou de l'Aygue est constitué par la résurgence des Neys, située à l'aval dans le vallon de Combemale aux alentours de 1083 m d'altitude (reconnue par traçage qualitatif seulement, dans les années 60). D'autres résurgences sont visibles dans le cours d'eau et sont probablement également issues du même réseau (pas de traçage connu).

Notes :

- Il est très probable qu'une partie ou la grande majorité des écoulements rejoignent ailleurs les calcaires Urgonien visibles à l'aval, pour alimenter le gros réseau karstique dont les résurgences sont les sources d'Arbois et de Bournillon, dans les gorges de la Bourne.
- L'existence du porche et de la grotte du Trou de l'Aygue porte à croire que les écoulements issus du karst Urgonien rejoignaient autrefois le réseau superficiel (ruisseau de Combemale) au niveau de cette grotte et que les formations barrémiennes représentaient alors le niveau de base hydrogéologique.

3.2.2 Ruisseau de Combemale

Le ruisseau de Combemale est un ruisseau temporaire alimenté par plusieurs résurgences le long du vallon. Certaines de ces résurgences sont probablement pérennes, mais à l'étiage, sur certaines sections, l'eau se réinfiltré régulièrement et en totalité pour se perdre dans le milieu souterrain. Il n'y a alors pas de continuité d'écoulement et des tronçons de plusieurs centaines de mètres en assècs alternent avec des tronçons en eau.

Le profil en long du ruisseau présente plusieurs cascades pouvant atteindre plusieurs mètres.

Arrivées d'eau connues alimentant le ruisseau :

- À l'amont du vallon, les premières sources sont temporaires et émergent vers 1400 m d'altitude.
- Au droit du Trou de l'Aygue, le débit n'est suffisant pour alimenter la cascade rejoignant le ruisseau de Combemale qu'en crue. En revanche, le trop-plein des eaux captées dans la grotte est rejeté au niveau du dessableur juste à l'aval du Trou de l'Aygue, et rejoint le ruisseau à environ 1150 m d'altitude.

Note : sans le captage, ces eaux de trop-plein seraient probablement réinfiltrées dans la grotte, et ne rejoindraient pas le cours d'eau à ce niveau-là.

- Au niveau de la résurgence des Neys, seule une partie de l'eau est captée, et le reste rejoint naturellement le ruisseau de Combemale à environ 1090 m d'altitude.
- Vers 1080 m d'altitude, une résurgence importante (également rive droite) alimente le ruisseau de Combemale.
- Au droit du réservoir de Saint-Alexis, le trop-plein est également rejeté dans la rivière de Combemale, quelques dizaines de mètres en amont du pont des Scies.



Figure 21 : Ruisseau de Combemale - Carte IGN

Zones de pertes connues du ruisseau :

En mai 2017 (période sèche cette année), de nombreuses zones de pertes ont été reconnues dans la partie amont du ruisseau (voir photos). À l'aval, le cours d'eau était à sec entre le pont des Scies et la Vernaison (infiltration très rapide des eaux du trop-plein du réservoir).

Par ailleurs, Ph. Rousset (thèse sur l'hydrogéologie du Vercors en 1984) a cartographié l'intégralité du tronçon du ruisseau de Combemale situé entre la résurgence des Neys et le pont des Scies comme une zone d'infiltration possible du cours d'eau.

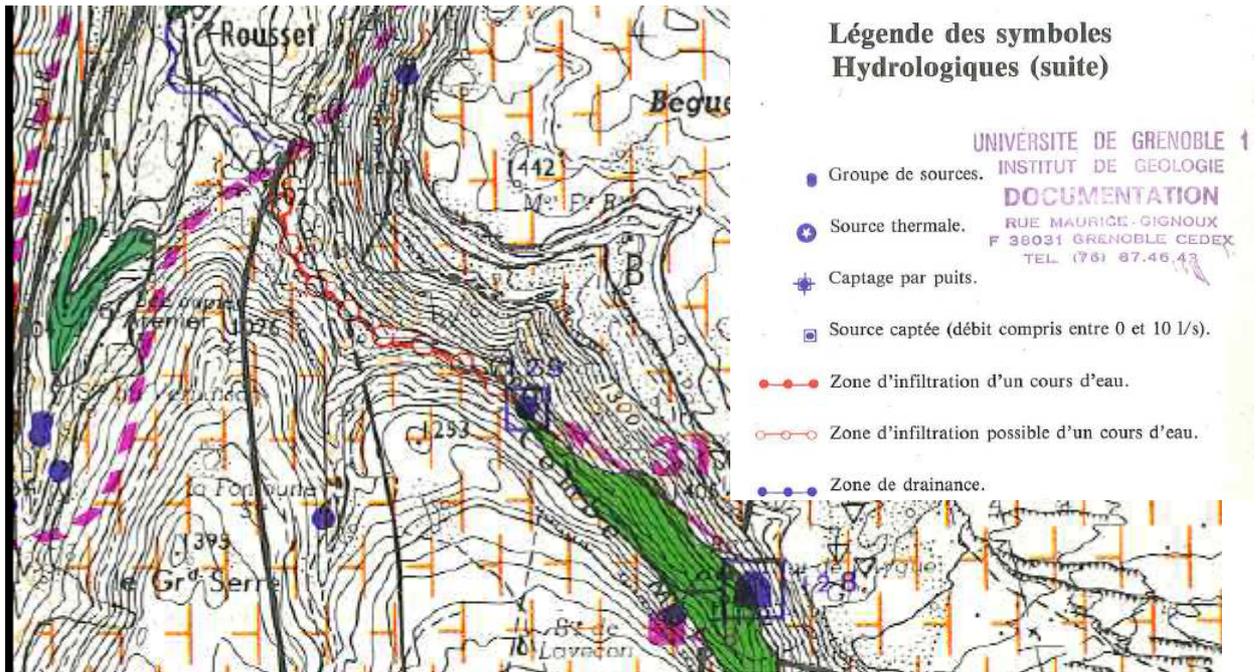


Figure 22 : Extrait de la carte hydrogéologique – Ph. Rousset (1984)

Photos du ruisseau de Combemale :



Figure 23 : Ruisseau en eau à l'aval du Trou de l'Aygue puis à sec un peu plus bas



Figure 24 : Résurgence des Neys : Vue du bas et Vue depuis la résurgence (ruisseau à sec à l'amont et en eau à l'aval)



Figure 25 : Résurgence rive droite du ruisseau de Combemale à l'aval des Neys



Figure 26 : Perte du ruisseau, à sec à l'aval des Neys



Figure 27 : Trop-plein du réservoir et rivière à l'aval



Figure 28 : ruisseau à sec pont des Scies et à l’aval jusqu’au pont des Oules



Figure 29 : Cascades dans le ruisseau

3.3 PREMIÈRE MESURES DE DÉBITS AU TROU DE L’AYGUE

Une étude a été réalisée par le bureau d’études Hydrophy en 2015 pour mesurer, sur un cycle hydrogéologique complet, les débits :

- Au niveau de la rivière souterraine (totalité du débit)
- Au captage AEP (totalité du débit transitant par l’ouvrage, c’est-à-dire le débit capté plus le trop-plein restitué directement dans la grotte).

Le débit mesuré à la rivière souterraine est de l’ordre de 12L/s à l’étiage, et peut monter à plus de 500L/s en crue. À l’étiage, la totalité du débit de la rivière souterraine passe au captage, et la totalité du débit est captée pour l’eau potable (et potentiellement rejetée au niveau du trop-plein du réservoir).

3.4 HYDROLOGIE - SUIVI DU DEBIT DU TROU DE L’AYGUE

Au préalable à l’étude hydroélectrique, il convient de caractériser la ressource disponible exploitable au niveau du site.

La source de Combe Male ne dispose pas de mesures de débits permanentes et le régime hydrologique de la source n’est pas précisément connu.

La présente étude se base sur les mesures de débits réalisées par VERCORSOLEIL entre le 17 juin 2017 et le 23 Juin 2019. L’échantillon de données s’étend sur 3 années civiles mais couvre 2 années complètes. Le dispositif de mesures in-situ permet de disposer de données fiables pour des débits inférieurs à 300 l/s. Au-delà la **fiabilité** du dispositif n’est pas garantie. À ce titre l’échantillon de données est **écrêté à cette valeur de 300 l/s**.

Les débits turbinables sont minorés du débit d’alimentation AEP du réservoir Saint Alexis. Les estimations connues permettent d’établir que le **débit instantané est d’environ 10 l/s**.

Les débits instantanés prélevables au niveau de la source, minorés du débit AEP, sont les suivants :

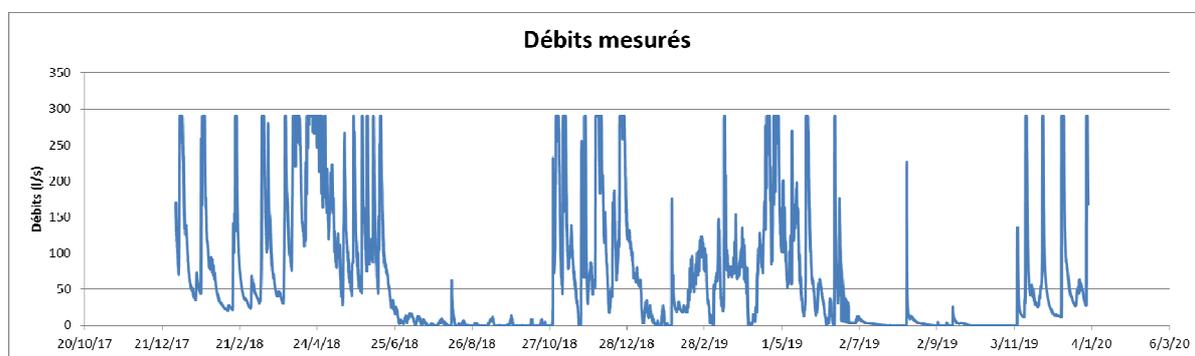


Figure 30 – Débits turbinables disponibles, minorés du débit AEP

Le débit moyen sur l’échantillon de données est de **Q moyen = 65 l/s**.

La courbe des débits permet d’observer la répartition des débits. Elle est donnée ci-dessous, **les débits turbinables étant toujours minorés du débit AEP** :

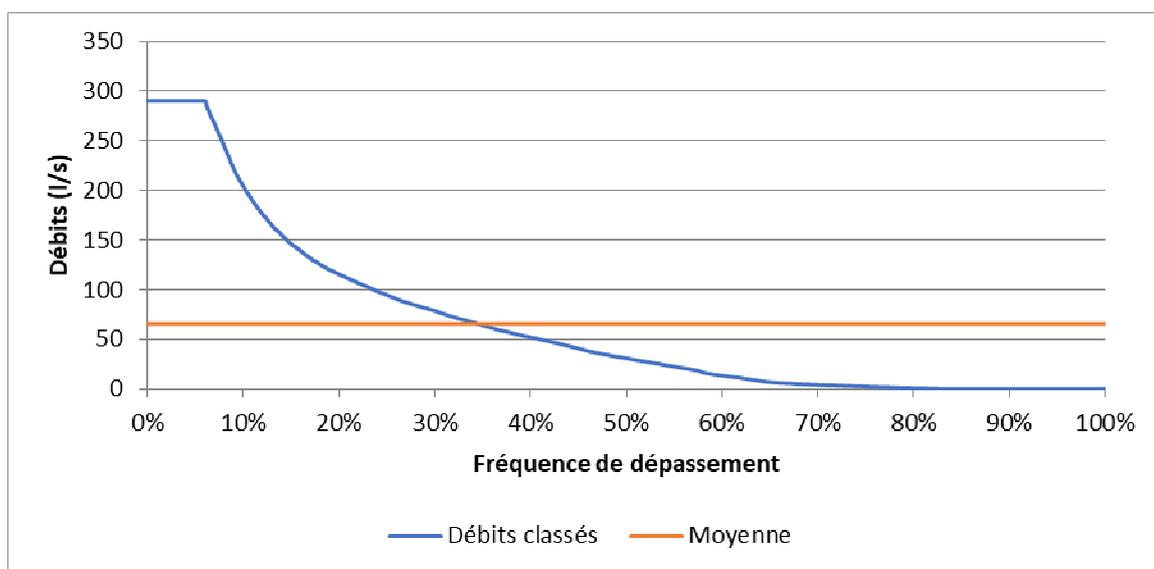


Figure 31 – Courbe des débits classés minorés du débit AEP

Nom du cours d'eau	Source COMBE MALE
Surface de bassin versant en amont de la prise d'eau	Inconnue
Débit moyen	65 l/s
Débit réservé minimum	N/A

3.5 DEBITS MESURES AU RESERVOIR

Les deux débitmètres installés au niveau des conduites de distribution du réservoir sont suivis par VEOLIA et permettent d'estimer les volumes distribués actuellement. Les données ont été fournies pour la période Février 2019 -> Décembre 2019.

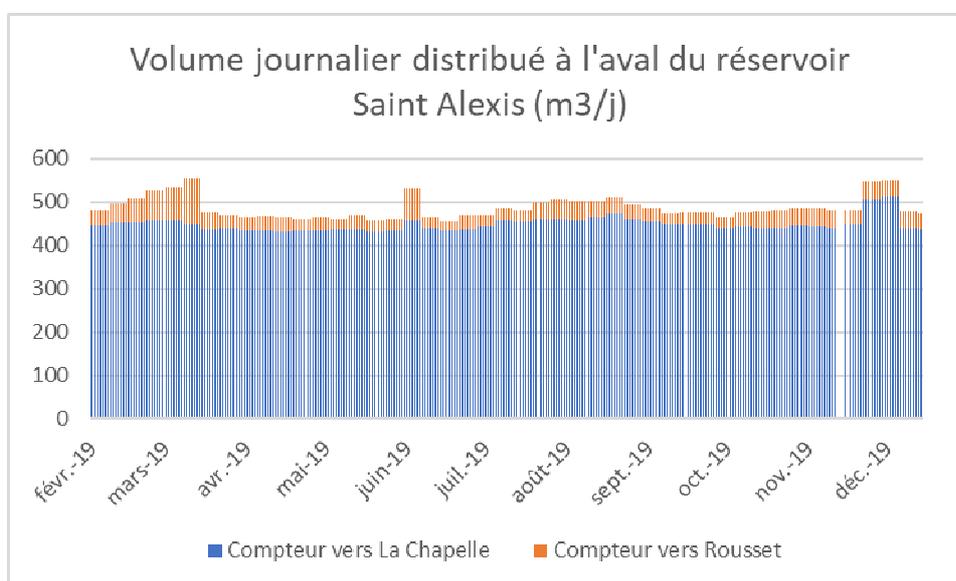


Figure 32 – Suivi des volumes mis en distribution au réservoir Saint Alexis sur 2019

Les volumes journaliers sont assez stables sur l'année. Les caractéristiques statistiques des volumes mis en distribution sont les suivantes :

	LA CHAPELLE	ROUSSET	CUMUL
	Valeur journal	Valeur journalière	Valeur journali
min	432,43	21,86	455,86
5%	434,00	23,14	459,71
10%	434,43	25,00	459,71
moy	448,64	36,84	485,47
50%	444,57	33,00	479,86
90%	460,71	45,43	533,14
95%	472,86	74,00	549,14
max	513,00	108,14	556,71

Figure 33 – Analyse statistique des volumes journaliers par service au réservoir Saint Alexis sur 2019

La variation étant assez limitée, il sera pris par hypothèse une valeur moyenne de l'ordre de 500 m³/j soit sur 24h un débit d'adduction en eau brute de 21 m³/h soit 6l/s environ, le coefficient de pointe annuelle se situant autour de 1,2.

3.6 SYNTHÈSE

Le débit turbinables sera donc le débit de la rivière souterraine auquel sera retiré le débit autorisé pour l'eau potable (9L/s) au niveau du trou de l'Aygue.

3.7 INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES

Il serait intéressant de savoir s'il y a encore de l'eau aux Neys lorsque le débit au trou de l'Aygue est entièrement prélevé pour l'AEP pour permettre d'évaluer s'il y a une autre alimentation pour les Neys que le Trou de l'Aygue.

En termes de régulation il sera quoi qu'il en soit donné la priorité à l'AEP mais en cas d'alimentation depuis les Neys suffisante pour les besoins en AEP, l'AEP serait alors alimenté prioritairement par les Neys (s'il celle-ci est toujours productive après réalisation du nouveau captage).

4

DEFINITION DES SCENARII

La présente étude doit permettre d'approcher différentes solutions et configurations afin de les comparer tant techniquement que financièrement.

Il avait été défini en amont avec le maître d'ouvrage les possibilités suivantes :

- Emplacement de la centrale :
 - Au niveau du réservoir Saint Alexis
 - Au niveau du pont des scies
 - Au niveau de la Vernaison
- Emplacement du prélèvement et sortie du débit prélevé de la grotte :
 - Réalisation d'un ouvrage de prise d'eau dans la grotte en amont de l'emplacement actuel au niveau du seuil de mesure actuel et passage d'une canalisation par la grotte
 - Réalisation d'un forage subhorizontal pour permettre un captage plus haut sur la rivière souterraine, la cible étant une marmite identifiée et repérée auparavant
- Évaluation des différences de dimensionnement et de rentabilité pour les débits turbinés suivants :
 - Uniquement l'AEP consommé
 - Uniquement l'AEP autorisé 10l/S
 - 100% de la ressource

4.1 SCÉNARIO 0 : UNIQUEMENT AEP

Le premier scénario correspond à la réalisation de travaux uniquement pour les besoins d'eau potable sans aucune prise en compte d'un potentiel projet en parallèle de turbinage. Ce scénario servira de base à la comparaison et pourra permettre de d'évaluer l'intérêt du couplage avec le projet de turbinage et d'esquisser potentiellement la clé de répartition des dépenses entre projet AEP du syndicat et projet de turbinage.

4.2 SCÉNARIO 1 : AEP + TURBINAGE AU PONT DES SCIES

Dans cette configuration, les besoins en AEP sont assurés d'une part par le captage des Neys et d'autre part par une antenne remontant au réservoir et la centrale hydroélectrique serait positionné en dessous, en rive droite du vallon juste avant le franchissement du vallon.

4.3 SCÉNARIO 2 : AEP + TURBINAGE AU PONT DES OULES

Dans cette configuration, les besoins en AEP sont assurés d'une part par le captage des Neys et d'autre part par une antenne remontant au réservoir et la centrale hydroélectrique serait positionné en dessous de la départementale et de la colonie de vacances, en fond de dépression sur le chemin d'accès à la Colonie de vacances.

5

TRAVAUX DE CANALISATIONS

5.1 CONTRAINTES À PRENDRE EN COMPTE

5.1.1 Continuité de service

a. POSE DES CONDUITES

Les nouvelles conduites seront posées en maintenant en fonctionnement les conduites existantes. Cette contrainte pourrait imposer la **mise en place de sauterelles provisoires** en certains endroits « clé » très accidentés pour permettre la pose en lieu et place s'il n'est pas possible de poser la nouvelle conduite en parallèle de l'actuelle.

Une alimentation temporaire exclusive via la source des Neys pourrait également être envisagée avec délestage de la partie de Lachapelle par les Gours Ferrants.

b. RACCORDEMENT AMONT AUX OUVRAGES DE CAPTAGE

Un nouveau départ sera aménagé depuis les ouvrages de captage (voir paragraphe sur le forage s'y rapportant).

Les nouvelles conduites seront raccordées au nouveau départ via la mise en place d'un raccordement par bride. Les conduites actuelles seront déconnectées après mise en service.

c. RACCORDEMENT AVAL AU NIVEAU DU RESERVOIR SAINT ALEXIS

Il n'est pas envisagé de reprendre l'ensemble des canalisations intérieur du réservoir de Saint Alexis. Aussi, le piquage d'alimentation en eau brute sur le réservoir sera réalisé au niveau de la pièce à sceller, à l'extérieur de la chambre à vanne.

d. RACCORDEMENT AVAL AU NIVEAU DU NOUVEAU LOCAL DES TURBINES

La limite de fourniture entre le lot canalisation et le lot turbine sera positionner à l'extérieur de local turbine. La pose de la canalisation viendra se connecter sur la pièce à sceller mise en attente par le lot turbine.

5.1.2 Réalisation des travaux en forte pente et sans accès carrossable

Un levé topographie avec réalisation de profil a été réalisé en 2010 mais seul le plan papier a pu être retrouvé.

Sur ce plan papier, les pourcentages de pente du chemin forestier levé sont assez homogènes et de l'ordre de 10%. Sur ces pentes, il n'est pas nécessaire de prévoir des dispositifs spécifiques permettant la pose de la canalisation. Celle-ci serait à mettre en fouille classiquement par pelle mécaniques.

5.1.3 Exploitation ultérieure de la canalisation

Afin de permettre l'exploitation ultérieure de la canalisation posée, il sera prévu au maximum une pose sous la piste forestière (sauf impossibilité).

De plus, des témoins de signalement en surface permettront de signaler la présence de la canalisation en souterrain et de réaliser des points d'écoute sur la canalisation pour la recherche de fuite.

5.1.4 Période de travaux

Les travaux à réaliser devant être entrepris dans cette zone montagneuse à des altitudes comprises entre 950 m et 1300 m, il est important de prendre en compte que le planning de réalisation des travaux sera fortement impacté par les saisons et les phénomènes météorologiques qui en découlent.

Ainsi, à priori, la période qui semble la plus propice à la réalisation des travaux est la période allant de la **fin du printemps (Mai) jusqu'au début de l'automne (Novembre)**. Sur cette période, les risques de chute de neige sont assez limités, les accumulations de neiges sont quasi terminées et les ressources en eau sont abondantes, alimentés par la fonte des neiges sur les hauts plateaux.

La fin de la période estivale (Aout Septembre) peut néanmoins être délicate, non pas à cause des congés estivaux des entreprises travaux mais plutôt par la concomitance des débits d'étiage sur la ressource et des consommations importantes liées à la fréquentation touristique estivale qui peuvent contraindre l'adduction en eau du syndicat et limiter les créneaux potentiels pour des coupures de service pour les raccordements et mise en service.

5.1.5 Contraintes foncières

Les nouveaux ouvrages et les deux à trois kilomètres de canalisations qui seront à poser selon les scénarii vont s'inscrire sur différentes parcelles qu'il s'agit de maîtriser en termes de foncier afin soit qu'elles soient acquises dans le cadre de cette opération ou qu'à minima une servitude soit instituée avec le propriétaire.

Le présent paragraphe tente d'identifier les différents propriétaires afin d'anticiper les conventions et servitudes (convention d'occupation temporaire pour les travaux et servitude de passage définitive pour les canalisations).

Il se base pour le moment sur le tracé existant représenté sur les plans réseaux :

Figure 34 – Analyse parcellaire du tracé proposé

Zone du tracé	Problématique	Parcelle traversée	Propriété	Parcelle déjà occupée par canalisation existante	linéaire ou surface concerné
Nouveau forage jusqu'au raccordement sur le dessableur	Servitude de passage et occupation temporaire ou droit de tréfond				
		D24	Etat	Non	10 ml
		D23	Etat	Non	130 ml
Dessableur	Acquisition du foncier				
		D23	Etat	Non	50 m ²
Du dessableur jusqu'au Pont des Scies	Servitude de passage et occupation temporaire ou droit de tréfond				
		D23	Etat	Non	30 ml
		Chemin forestier non cadastré	Public	Non	5 ml
		D30	Etat	Non	50 ml
		Chemin forestier non cadastré	Public	oui partiellement	1080 ml
		E136	Etat	oui	220 ml
		E134	Etat	oui	170 ml
		Chemin forestier non cadastré	Public	oui	80 ml
		D34	Etat	oui	70 ml
		D21	Etat	oui	80 ml
		D35	Etat	oui	80 ml
		F653	Public	oui	140 ml
		Chemin forestier non cadastré	Public	oui	200 ml
Antenne d'alimentation du réservoir Saint Alexis	Servitude de passage et occupation temporaire ou droit de tréfond				
		F652	Etat	oui	20 ml
		E152	Commune	oui	100 ml
Du Pont de Scies jusqu'à la route départementale et au local turbinage	Servitude de passage et occupation temporaire ou droit de tréfond				
		Pont	Etat	oui	20 ml
		Chemin forestier non cadastré	Public	oui	460 ml
		E461	Commune	oui	200 ml
		RD	Public	oui	20 ml
		E461	Commune	oui	200 ml
		RD	Public	oui	20 ml
		Route en contrebas	Public	oui	30ml
E 382	Domaine	oui	200ml		
Local turbinage solution 2	Acquisition du foncier				
		E152	Commune	oui	100 ml
Local turbinage solution 3	Acquisition du foncier				
		E 382	Domaine	oui	100 ml

5.1.6 Végétation, défrichage et déboisement

Suivant les tracés et les zones d'implantation de la future canalisation, les surfaces à déboiser pour la pose des canalisations pourront être importantes

La densité de 800 tiges à l'hectare a été retenue dans le chiffrage (soit une tige sur une surface de 3,5 x 3,5 m). Ces travaux de déboisement et de libération des emprises ont été chiffrés dans le cout du projet. Ils pourront potentiellement être réalisés par l'ONF ou par les exploitants forestiers du secteur en amont des travaux de canalisation. Une prise de contact avec les propriétaires, ONF, chambre d'agriculture et les exploitants forestiers sera nécessaire en amont de la réalisation des études de MOE.

5.1.7 Pressions

Les linéaires importants, les forts dénivelés ainsi que les changements de pentes et d'orientation vont venir contraindre le projet en obligeant l'utilisation des très nombreuses conduites aux caractéristiques différentes afin de s'adapter aux points suivants :

- Coudes, équipements, butées, changement de pente et d'orientation : réalisation de butée d'ancrage ou d'ancrage par verrouillages des conduites entre elles
- Pressions croissantes par l'absence de réducteurs de pression et par les dénivelés importants : pression de service pouvant aller jusqu'à 30 bars voire plus, sans compter les surpressions des régimes transitoires,
- Dispositifs de verrouillages différents selon les décimètres et les pressions et ayant des pressions de fonctionnement admissibles très évolutives.

Le tableau ci-dessous permettra de définir quel type de canalisation et quel type de verrouillage adopté en fonction du secteur de pose.



JOINT STANDARD

STD			NATURAL	NATURAL PUR	NATURAL HP	CLASSIC EXPORT	CLASSIC / CLASSIC PUR
DN	classe	PFA					
60	C40	40			64 (C64)		
80	C40	40			64 (C64)		
100	C40	40			64 (C64)		
125	C40	40			64 (C64)		
150	C40	40			64 (C64)		
200	C40	40			50 (C50)		
250	C40	40			50 (C50)		
300	C40	40			50 (C50)		
350	C30	30			40 (C40)		
400	C30	30			40 (C40)		



JOINT STANDARD Vi

STD Vi			NATURAL	NATURAL PUR	NATURAL HPVI	CLASSIC / CLASSIC PUR
DN	classe	PFA				
60	C40	22			30 (C64)	
80	C40	16			25 (C64)	
100	C40	16			25 (C64)	
125	C40	16			20 (C64)	
150	C40	16			25 (C64)	
200	C40	16			20 (C50)	
250	C40	16			20 (C50)	
300	C40	16			20 (C50)	
350	C30	16			20 (C40)	
400	C30	16			20 (C40)	



UNI Vi			NATURAL	NATURAL PUR	HYDROCLASS	UNI Ve			NATURAL	NATURAL PUR	CLASSIC
DN	classe	PFA				DN	classe	PFA			
80	C100	100				80	C100	100			
100	C100	56				100	C100	85			
125	C64	52				125	C64	63			
150	C64	48				150	C64	63			
200	C64	43				200	C64	52			
250	C50	39				250	C50	46			
300	C50	34				300	C50	41			
350	C40	25				350	C40	38			
400	C40	20				400	C40	35			

Figure 35 – Tableau des classes et des pressions admissibles en fonction du diamètre et des raccords PAM

5.1.8 Géotechnique

Aucun sondage n'est disponible pour évaluer la structure du sol et la présence ou non de rocher à faible profondeur même si le contexte environnant laisse à penser que la frange terreuse présente en surface serait de faible épaisseur et qu'il est fort probable que les travaux rencontrent de la roche même à faible profondeur et en particulier à l'approche des cours d'eau et zones de ruissellement.

Il sera pris par hypothèse pour cette étude de faisabilité la présence de rocher sur 30 % du linéaire.

5.2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT FUTUR

Les futures installations seront équipées de :

- Débitmètres électromagnétiques à l'arrivée sur les ouvrages (de turbinage et du réservoir) ;
- Une mesure de niveau sur le dessableur ainsi que sur le réservoir (existant) ;
- Un by-pass sera aménagé sur la turbine pour permettre une sécurisation du fonctionnement dans les phases d'arrêt et de mise en service.

En fonction des impositions réglementaires, les valeurs de débits et de volume journalier turbinés ou fourni au réservoir seront mesurées et limitées potentiellement au droit d'eau institué.

5.3 TRACÉS ENVISAGEABLES

Trois tracés ont été envisagés mais sont plus du ressort du scénario considéré que de la comparaison des sillons de passage dans la mesure où la pose sous la piste forestière existante ne semble pas être remise en cause (à confirmer selon emplacement de la canalisation existante à repérer lors du levé topographique). Le tracé a donc été partitionner en quatre secteurs :

5.3.1 Secteur Amont

Ce secteur correspond à la zone située en amont du Trou de l'Aygue, emplacement du captage à l'heure actuelle. Cette portion est imposée par le positionnement du nouveau lieu de captage de la rivière souterraine.

La canalisation empruntera la piste forestière au-dessus du dessableur et obliquera dans la pente vers le lieu de forage du nouveau captage.

- Pose sous piste forestière : 170 ml
- Pose à flanc de coteau en forte pente : 130 ml
- Cours d'eau : 15 ml

Une visite de site devra être réalisée pour étudier le dispositif de franchissement du petit cours d'eau à l'aplomb du captage actuel (ensouillement de la canalisation dans la piste et mise en place d'une carapace en enrochement pour blocage de la conduite, circulation hydraulique en surface sans ravinement)

5.3.2 Secteur Central

Ce secteur correspond à la zone située entre le dessableur actuel et le Pont des Scies (Réservoir Saint Alexis juste au-dessus). Cette portion est partie intégrant des trois scénarii.

La canalisation empruntera en grande majorité la piste forestière hormis en certains endroits précis ou des virages pourront être coupés. Ce positionnement restera tout de même à confirmer selon l'implantation de la conduite actuelle sur ce tronçon pour des raisons de continuité de service et de risque de casse en cas de travail à proximité de l'existante).

- Pose sous piste forestière : 1400 ml
- Pose à flanc de coteau en forte pente : 720 ml

5.3.3 Antenne Saint Alexis

Cette antenne permet de relier le "Pont des Scies au réservoir Saint Alexis. Il est proposé que la canalisation emprunte le chemin d'accès au réservoir puis prennent droit dans le talus sous le réservoir.

La pose de ce tronçon devra se faire en coordination avec l'exploitant étant donné que des croisements et raccordements sur les canalisations et ouvrages existants seront à réaliser.

- Pose sous piste forestière : 150 ml
- Pose à flanc de coteau en forte pente : 40 ml

5.3.4 Secteur Aval

Le secteur Aval comprend l'ensemble du linéaire uniquement intégré dans le scénario 2 qui permet d'optimiser la hauteur de chute en menant l'eau jusqu'au bas de la vallée pour la rejeter à la Venaisons.

Le tracé empruntera principalement la piste menant de la route départementale au réservoir. Le franchissement du Ponts des Scies devra être prévu, a priori en encorbellement ou via la pose de la future canalisation sur poutrelles métalliques en travers de la gorge.

La canalisation obliquera dans la pente à la sortie du virage au-dessus de la départementale pour limiter le linéaire et accèdera à la parcelle cible après traversée de la RD (à réaliser en demies chaussées).

- Pose sous piste forestière ou voire desserte : 500 ml
- Pose à flanc de coteau en forte pente : 200 ml
- Pont : 20 ml
- RD : 20 ml

5.4 PROFILS ENVISAGEABLES

En l'absence de levés ou de tracés topographiques, les profils ont été tracés sur la base de fonds de plan Géoportail.

En conséquence, la précision du profil est approximative compte tenu du contexte à forte pente du projet. Elle permet toutefois de disposer d'une tendance générale et d'identifier les secteurs à forte pente, les points hauts et points bas.

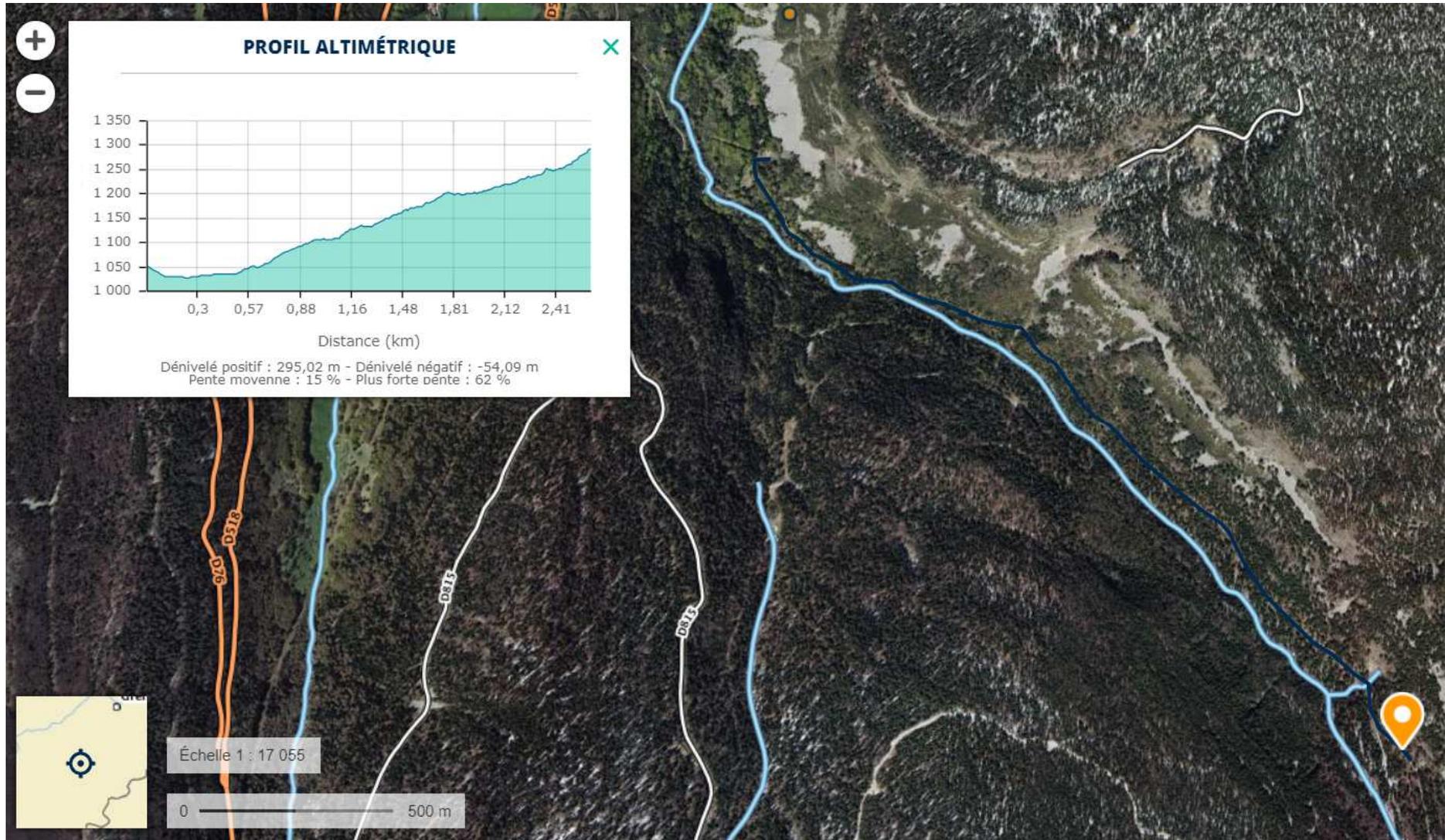
Les profils sont présentés ci-après pour les trois scénarii.

Les profils ne présentent pas de ressauts ponctuels type points hauts et bas. Ces ressauts devront tout de même être étudiés ultérieurement afin de vérifier, à l'appui du relevé topographique précis, le profil local de chaque secteur.

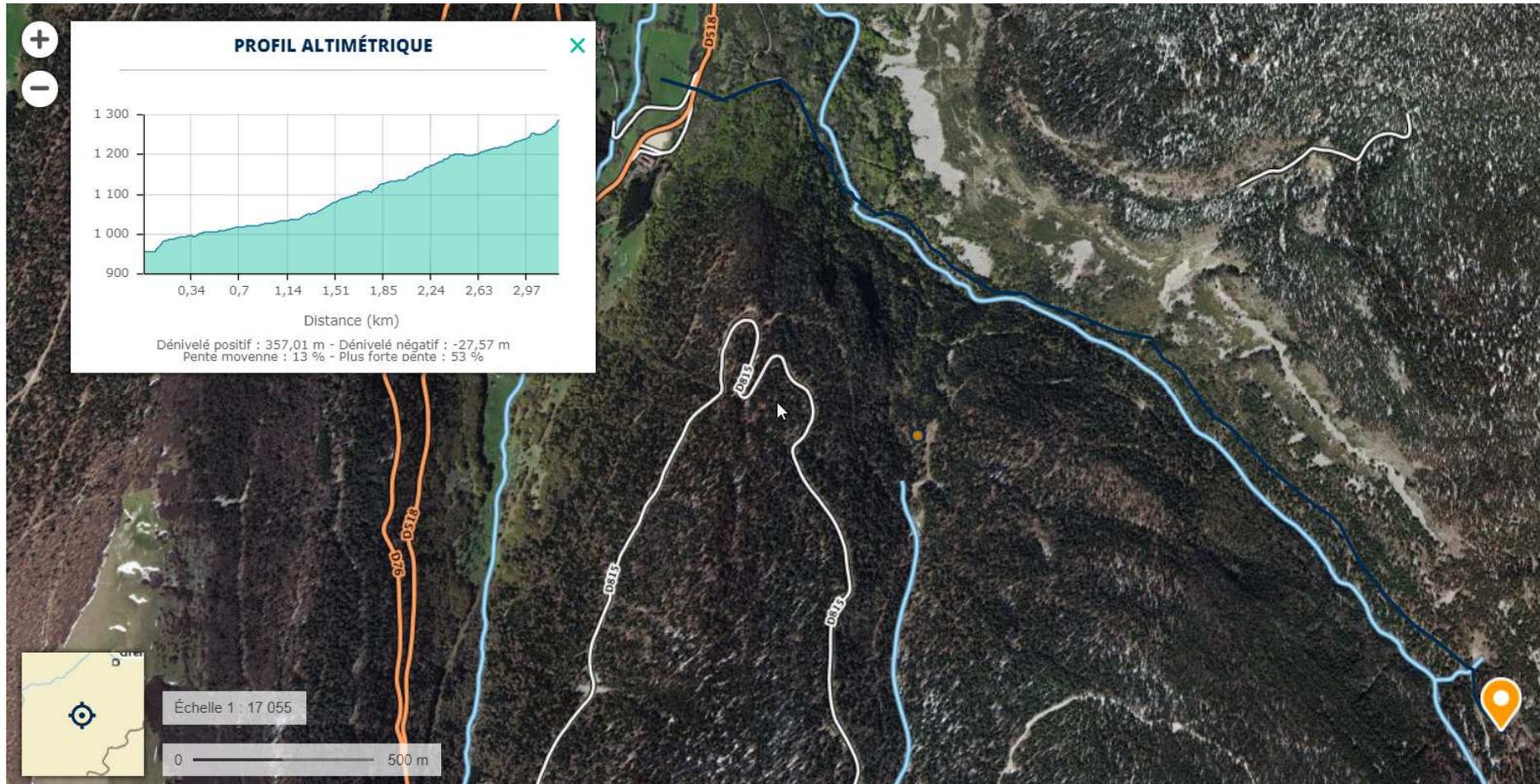
Les points hauts et points bas devront être équipés d'ouvrages type vidange et ventouse le cas échéant. Une provision a été prise par hypothèse pour anticiper ces ouvrages.

Figure 36 – Tracé et profils altimétrique des différents scénarii

5.4.1 Scénario 0 et 1



5.4.2 Scénario 2



5.5 DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

5.5.1 Hydroélectricité

Plusieurs scénarii ont été étudiés au niveau hydraulique afin de définir l'optimum technico-économique que ce soit en termes d'investissement que de rentabilité en exploitation et production.

Le dimensionnement hydraulique de la partie liée à l'hydroélectricité, voir §7.3.2

5.5.2 Eau potable uniquement

Comme vu ci-dessus, les besoins en eau potable nécessitent des débits bien plus faibles que ceux produits par la source.

L'arrêté de droit d'eau indique un débit maximum prélevable de 9 L/S seulement pour le Trou de l'Aygue. Une canalisation de diamètre intérieur 100 mm est amplement suffisante pour ce débit. Dans le cas où la source des Neys tarirait suite à la réalisation du nouveau captage, il pourrait être envisager de rapatrier la totalité du droit d'eau (après accord DDT et ARS) sur la ressource du trou de l'Aygues soit 13,8 L/s (50 m³/h et 1200 m³/j).

L'analyse des débits actuels de consommation montrent qu'un débit moyen journalier de l'ordre de 500 m³/j (21 m³/h ou 5,8 L/s) est aujourd'hui suffisant en moyenne pour les besoins du syndicat dans les conditions actuelles de fuite.

5.6 POSE DES NOUVELLES CANALISATIONS

Les travaux de pose de la nouvelle canalisation pourront être découpés en autant de tranches que souhaité par le maître d'ouvrage. Il apparait néanmoins les regroupements intéressant des phases suivantes :

- Phase 1 : Réalisation des travaux relatifs au nouveau forage pour la nouvelle prise d'eau et pose de la nouvelle canalisation jusqu'au raccordement sur l'ancienne canalisation : cette première partie permet de déconnecter la partie existante sous la falaise.
- Phase 2 : Réalisation de l'ensemble des travaux restant jusqu'au réservoir saint Alexis pour finaliser le renouvellement intégral de la canalisation AEP
- Phase 3 : Finalisation des travaux par la pose du dernier tronçon jusqu'aux nouvelles installations de turbinage (scénario 2) et pose du rejet gravitaire à l'atmosphère après passage dans la turbine.

5.6.1 Travaux préparatoires et de terrassement

Les premiers travaux à réaliser seront ceux de création des pistes accès et des plateformes de chantier nécessaires à la mise en place des engins ainsi qu'à l'approvisionnement des matériaux et des fournitures.

Ces travaux comprendront :

- Le déboisement et le dessouchage sur une largeur de 4 m pour la circulation des engins de chantier sur tous les secteurs forestiers de pose :

- Piste forestière existante - Élargissement de 1,5 m environ = $1,5 * 2500 \text{ ml} = 4\,500 \text{ m}^2$
- Piste d'accès pour pose des tronçons situés hors emprise de la piste forestière = $500 \text{ ml} \times 4 \text{ m} = 2000 \text{ m}^2$
- Piste d'accès jusqu'au lieu de forage : $250\text{m l} \times 4\text{m} = 1000\text{m}^2$
- Plateforme de forage (Surface estimée à déboiser) : $4\,000 \text{ m}^2$
- Réalisation de piste d'accès en déblais :
 - Piste d'accès pour pose des tronçons hors emprise piste forestière = $500 \times 4 = 2000 \text{ m}^2$
 - Piste d'accès jusqu'au lieu de forage : $250\text{ml} \times 4\text{m} = 1000\text{m}^2$
 - Plateforme forage : Surface estimée à déboiser : 100 m^2

Une fois ces travaux réalisés, il sera prévu les **terrassements pour fouilles en tranchée** devant recevoir la canalisation, conformément aux dispositions du fascicule 71 du CCTG notamment sur les largeurs minimales de tranchée ;

La profondeur de tranchée normale correspond à une **couverture minimale de 1,0 m** (hors gel en zone montagneuse).

La mise en œuvre d'un **lit de pose en matériaux du site purger des gros éléments (concassage criblage sur site avec godet spécifique pour limiter les approvisionnement) sur une épaisseur de 15 cm**. L'enrobage de la conduite entre le lit de pose et 0,20 m au-dessus de la génératrice supérieure est réalisé en matériaux fins du site d'une granularité maximum de 0/30.

Afin de limiter l'approvisionnement en remblais d'apport et aux vues du faible enjeu des zones du secteur, **le remblai supérieur est constitué des matériaux issus des déblais expurgés des pierres et éléments grossiers**.

La nature du terrain nécessitera potentiellement l'utilisation de BRH localisée pour la pose de la conduite dans le rocher. Il sera éventuellement préconisé dans ce cas, un ancrage des conduites dans le rocher.

Des reconnaissances géotechniques devront être menées en amont de la mission de maîtrise d'œuvre pour confirmer les éléments constitutifs du sous-sol.

5.6.2 Travaux de pose des conduites

Les travaux de pose de la conduite comprendront la mise en place de canalisations :

- | | |
|---|---------------|
| ● ___ Matériau | fonte ductile |
| ● ___ Diamètre nominal AEP seul | 100 mm |
| ● ___ Diamètre nominal AEP + turbinage (selon scénario) | 250 à 350 mm |
| ● ___ Classe de pression des conduites | C40 |
| ● ___ Pression de Fonctionnement Admissible (PFA) | 40 bars |

Les raccords seront verrouillés avec les pressions suivantes :

- ___ Raccord verrouillé Standard Vi, Standard Vi HP, Standard Universal Vi, ou Standard Universal Ve ou équivalent

- ____ Classe de pression des raccords :
 - C40 – PFA = 16 bars à C40 – PFA = 38 bars
 - C50 – PFA = 20 bars jusqu'à C50 – PFA = 41 bars

Afin de limiter les contraintes d'approvisionnement des canalisations sur site, en certains secteurs accidentés, il pourra être envisagé la mise en place de canalisations PEHD plus faciles à approvisionnées.

Il sera important de respecter le tableau des pressions à respecter selon type de raccord et verrouillage identifier ci-avant dans les contraintes.

5.6.3 Massifs d'ancrage

Les travaux de GC comprendront les ancrages / massifs d'ancrage pour la pose en forte pente sur les tronçons suivants :

- __ Forage vers Dessableur 100 ml 1 plot de 1 m³ / 10 ml
- __ Antenne vers le réservoir Saint Alexis 100 ml 1 plot de 1 m³ / 10 ml
- __ Antenne au-dessus de la RD 200 ml 1 plot de 1 m³ / 10 ml

Il s'agit d'une première approche à confirmer avec le levé topographique à réaliser.

5.6.4 Massifs de butée

Il est proposé la pose de conduites verrouillées sur la globalité du linéaire le nécessitant permettant de limiter la mise en œuvre de massifs de butée à chaque changement de direction et de pente ou à chaque équipement de robinetterie.

Néanmoins, compte tenu des profils des tracés envisagés, des massifs seront à réaliser notamment au droit des changements de direction / pentes importantes.

Il est retenu 2 à 3 massifs pour chaque tracé en première approche à confirmer avec le tracé exacte et le levé topographique.

5.7 OUVRAGES ANNEXES

5.7.1 Traversée du ruisseau sous le Trou de l'Aygue

En cas de forage au dessus du trou de l'Aygue actuel, il sera nécessaire de traverser le ruisseau qui ressort du porche.

Il sera prévu une mise en souille de la conduite sur le passage actuel avec protection mécanique par-dessus par mise en place d'enrochement liaisonnés.

Il sera imposé une protection de ces canalisations contre le gel et contre les chocs mécaniques par la mise en place d'une coquille externe.

Une vidange complète de la canalisation pourra être possible pour les périodes de chômage longue durée afin d'éviter tout risque de ruine par le gel.

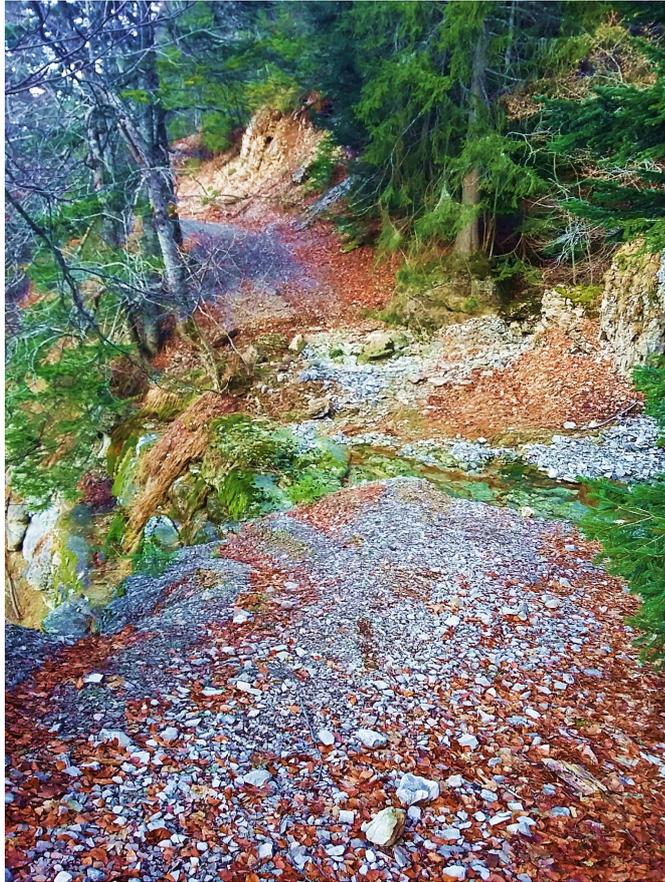


Figure 37 : Traversée du ruisseau sous le porche du Trou de l'Aygue

5.7.2 Traversée du pont des scies

Dans le scénario 2, il sera nécessaire de traverser le pont actuel appelé Pont de Scies.

Il sera prévu une mise en encorbellement de la conduite sur le pont actuel ou sur des profilés métalliques type HEB à poser.

Il sera imposé une protection de ces canalisations contre le gel et contre les chocs mécaniques par la mise en place d'une coquille externe.

Éventuellement, une vidange complète de la canalisation pourra être possible pour les périodes de chômage longue durée afin d'éviter tout risque de ruine par le gel.



Figure 38 : Pont des Scies

5.7.3 Traversée route départementale

Dans le scénario 2, il sera nécessaire de traverser la route départementale entre le col du rousset et Saint Agnan. Une demande d'autorisation de voirie sera à adresser au service départemental des routes. Les coupes types de tranchées seront à respecter. Il sera prévu, par hypothèse la mise en place de 14 cm de GB et de 8 cm d'enrobé type BBSG.

Les travaux pourront être envisagés en demi chaussée avec alternat étant donné le trafic relativement limité de cet axe routier.



Figure 39 : D518, vue au droit de la traversée

5.7.4 Raccordement amont aux ouvrages de captage

Le nouveau départ sera aménagé directement depuis la chambre de mise en charge via une manchette à sceller.

La nouvelle conduite sera raccordée au nouveau départ avec l'aménagement d'un trop plein vers le milieu naturel.

5.7.5 Rejet au milieu naturel

Le rejet au milieu naturel sera prévu soit au niveau du dessableur en amont de la mise en charge soit en aval du turbinage au moyen d'une canalisation PEHD Annelé sur un linéaire évalué à 200ml.

5.8 TRAVAUX D'ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION, de GESTION ET DE RÉGULATION HYDRAULIQUE

En l'absence de levé topographique il n'a pas été possible d'identifier avec précision les points haut et point bas des tracés. Néanmoins des provisions ont été prises pour ces ouvrages. A minima, on peut penser que des points haut et bas seront présents à proximité du Pont à traverser.

Les équipements comprendront :

- Points hauts : Les ventouses en DN 60 sont installées dans un regard constitué d'une buse béton armé \varnothing 1000 avec remplissage en gravier.
- Points bas : Les vidanges sont abritées dans un regard circulaire en buse béton armé \varnothing 1000. Le dispositif de rejet est constitué d'un cône DN60 / avec vannes à opercule DN 60/80 prolongé par un tube en PEHD \varnothing 60.
- Régulation AEP :
 - Un robinet flotteur permettra de limiter le prélèvement quand le réservoir est plein afin de maximiser la production hydroélectrique et de passer au trop plein le plus en amont le cas échéant.
 - Il peut être envisager de mettre en place un réducteur de pression à mettre en place au niveau du pont de scie, sur le départ de l'antenne permettant de limiter la pression entre la conduite maitresse en DN350 et l'antenne en DN 100 alimentant le réservoir
 - Il peut aussi être envisager un système de diaphragme et / ou de régulation de débit pour limiter le débit de remplissage au débit autorisé par l'arrêté ou de mettre un stabilisateur type hydrostab altimétrique en pied de réservoir pour lisser le prélèvement eau potable et ainsi toute la régulation de la chaine hydraulique
- Régulation turbinage : *cf. partie turbines*
- Coup de bélier : en l'absence de profil altimétrique précis, l'étude des régimes transitoire n'a pas été réalisée à ce stade de l'étude.

5.9 TÉLÉGESTION

Il est envisagé de faire dialoguer l'ensemble des ouvrages entre eux afin d'améliorer la régulation. La pose d'un câble de télécommande en parallèle de la nouvelle canalisation permettra un échange d'information entre la turbine et le réservoir mais aussi un retour d'information des sondes de mesure et de protection (anti-intrusion) placées au niveau du captages (ouvrage dessableur / mise en charge).

Selon la volonté de l'exploitant qui sera chargé de la maintenance et de l'exploitation des turbines, il pourra être envisager la mise en place d'un satellite type SOFREL S550 muni d'une carte de communication GSM ou RTC ou ADSL raccordé en avec le poste Central de télégestion et/ou le superviseur de l'exploitant.

5.10 OUVRAGE GÉNIE CIVIL – DESSABLEUR CHAMBRE DE MISE EN CHARGE

Identiquement à l'existant, il est proposé de reprendre le système de dessablage. Celui-ci sera à construire au niveau de la sortie de la nouvelle prise d'eau.

L'objectif de cet ouvrage est de permettre une décantation des fines présentes dans les eaux captées comme c'est souvent le cas sur des captages karstiques en temps de pluie.

Via une section de passage très large et un temps de séjour important, la vitesse du fluide est considérablement ralentie et les particules en suspension décantent en fond d'ouvrage.

Si l'option prise d'eau au niveau du seuil de mesure et passage de la canalisation dans la grotte est choisie, la chambre de mise en chambre se situera à proximité du chemin d'accès existant et à l'aplomb du porche de la grotte.

Si l'option forage est choisie, il est proposé d'implanter cet ouvrage au niveau de la plateforme de forage de la nouvelle prise d'eau pour bénéficier des terrassements déjà réalisées.

De plus, cet ouvrage pourra servir de **chambre de mise en charge** de la canalisation d'adduction pour le projet de turbinage. Un volume intérieur de l'ordre de 30m³ semble suffisant.

Cet ouvrage comportera une vanne murale permettant d'isoler le départ vers la canalisation en cas de besoins d'intervention sur celle-ci.

Enfin, un trop plein avec retour des eaux vers le milieu naturel sera réalisé sur cet ouvrage.

5.11 TRAVAUX CONNEXES

Les travaux connexes comprennent :

- La réalisation de sauterelles permettant le maintien de la continuité de service pendant la réalisation des travaux afin de limiter les contraintes d'avoisinant avec la conduite actuelle.
- Travaux provisoires selon phasages de réalisation
- La mise en tranchée commune d'un câble de communication avec fourreau et chambres de tirage intermédiaires
- La mise en tranchée commune d'un câble d'alimentation électrique avec fourreau et chambres de tirage intermédiaires
- Les croisements / longements de réseaux ou d'obstacles de dimensions $\leq 0,50$ m et $> 0,5$ m,

La remise en état des chemins de circulation touchés pendant les travaux. Ces travaux concernent la remise en état à l'identique des terrains après travaux et consistent à la mise en œuvre d'un simple empierrement, selon le tracé de canalisations.

6

TRAVAUX HYDROGEOLOGIQUE – CREATION D'UNE NOUVELLE PRISE D'EAU

6.1 IMPLANTATION DE LA PRISE D'EAU

L'objectif de la réhabilitation de la prise d'eau actuelle est de permettre de capter potentiellement l'intégralité du débit présent dans le collecteur principal visible quelques centaines de mètres en amont de l'entrée de la grotte, avant que celui-ci ne se perde et résurge, pour partie seulement et/ou de manière diffuse (notamment en période de crue), au captage actuel. Ce déplacement permettrait également de sécuriser le prélèvement en s'affranchissant de l'éventuelle modification naturelle (suite à un séisme par exemple) du cheminement des écoulements dans la zone du captage actuel (strate marneuse). Il est aussi recherché une meilleure protection des ouvrages et une réduction de leur vulnérabilité vis-à-vis des chutes de blocs.

À ce stade de l'étude, 2 options d'implantations sont envisageables pour la réalisation de la prise d'eau dans le collecteur principal. Ce dernier se développe au sein d'une galerie karstique visitable en technique spéléo, de section transversale métrique à pluri métrique, au sein des calcaires Urgoniens massifs et karstifiés.

La limite aval de cette zone se situe au niveau de la salle en amont de laquelle se trouve le seuil de mesure du débit et à l'amont immédiat de la zone où l'écoulement devient diffus (dispersion) et où l'on trouve le passage du laminoir.

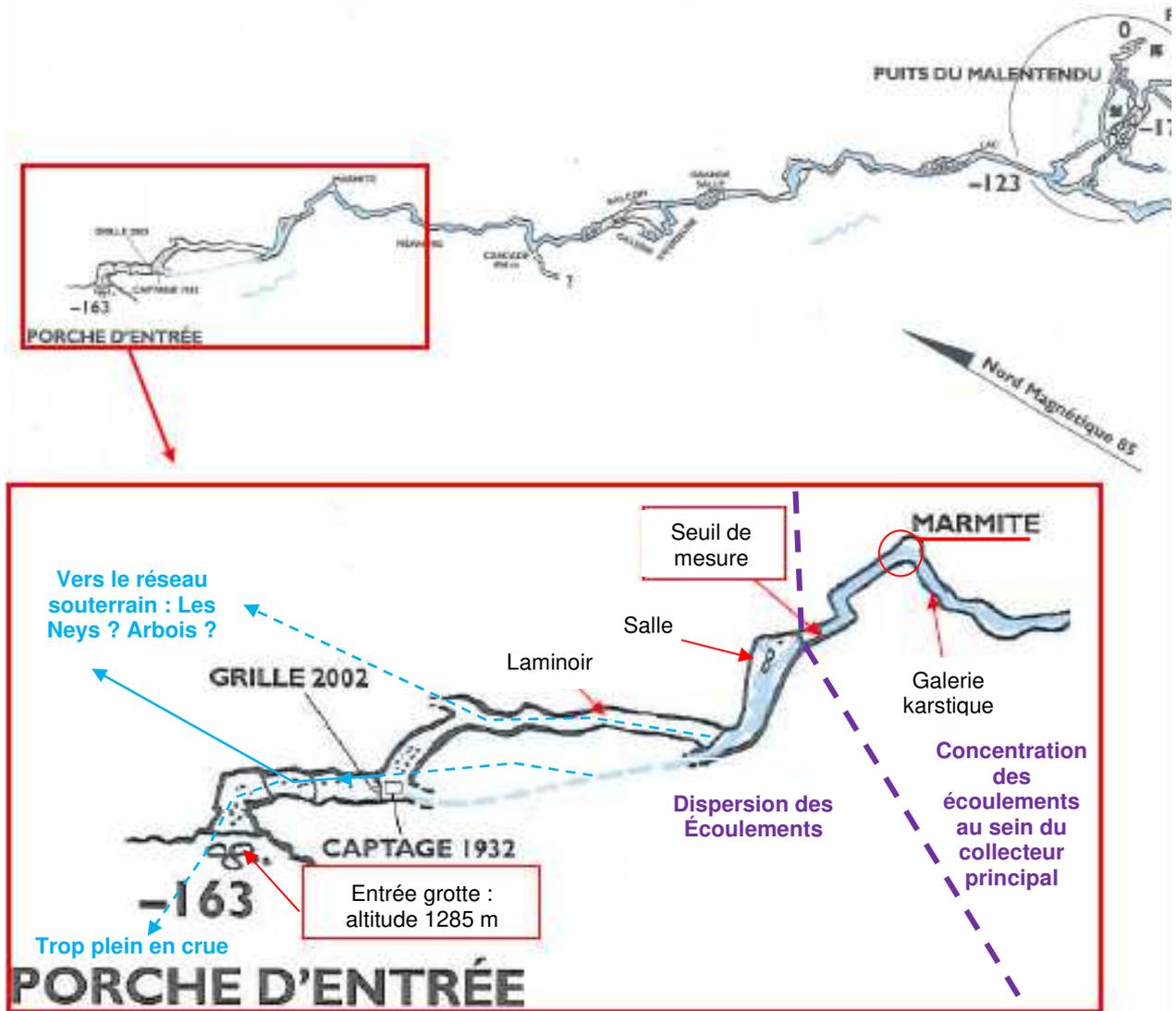


Figure 40 : Plan topographique de la grotte du trou de l'Aygue réalisé par les spéléos en 1985 avec zoom sur l'entrée (spéléomag)

6.1.1 Option 1 : Prise d'eau au seuil de mesure de débit

Il s'agit de la première option envisagée.

Il s'agira de réaliser une prise d'eau rustique à l'aide d'une plaque métallique ancrée aux parois et barrant l'écoulement de l'eau.

Une grille inclinée à l'amont permettra d'éviter l'accumulation de blocs (en cas de transport solide) et de les évacuer naturellement en cas de crue.

Un massif de gabions, positionné immédiatement en aval, pourra être réalisé sur place avec les matériaux disponibles afin conforter cet ouvrage face aux crues le cas échéant.

Ce barrage sera équipé de 2 départs vers des canalisations d'adduction (avec vannes) et d'une vanne de vidange (pour l'entretien de la prise d'eau en cas d'ensablement par exemple).

Le débit prélevé transitera ensuite via 1 ou 2 canalisations semi rigides (type PE par exemple, en barre ou en couronne).

Depuis l'ouvrage de prise d'eau le linéaire de canalisation est de 124 m jusqu'à la grille. Cette section est difficile d'accès avec le passage du laminoir (hauteur max 0.3 m pour 2 à 3 m de largeur) sur environ 80 m puis la présence d'un écoulement au-delà.

En aval de la grille, des techniques de mise en place de canalisations plus classiques pourront être utilisées. Une sécurisation de la zone contre les chutes de pierres, notamment en sortie du porche devra probablement être effectuée pour permettre le travail du personnel.

Le linéaire jusqu'à la sortie de la grotte est d'environ 50 m.

Il conviendra ensuite de s'éloigner du pierrier vers l'ouest en longeant la falaise, le plus près possible de la paroi, si possible sous un petit dévers, et protégée par une casquette (métallique par exemple).

Pour rejoindre le chemin principal d'accès, nous proposons de tirer, depuis l'ouest du pierrier, la canalisation droite dans la pente. Ce passage nécessitera la réalisation d'une tranchée avec une pelle araignée sur un linéaire d'environ 60 m, jusqu'à la zone où pourra être réalisé l'ouvrage de mise en charge (à proximité du chemin, le plus haut possible).

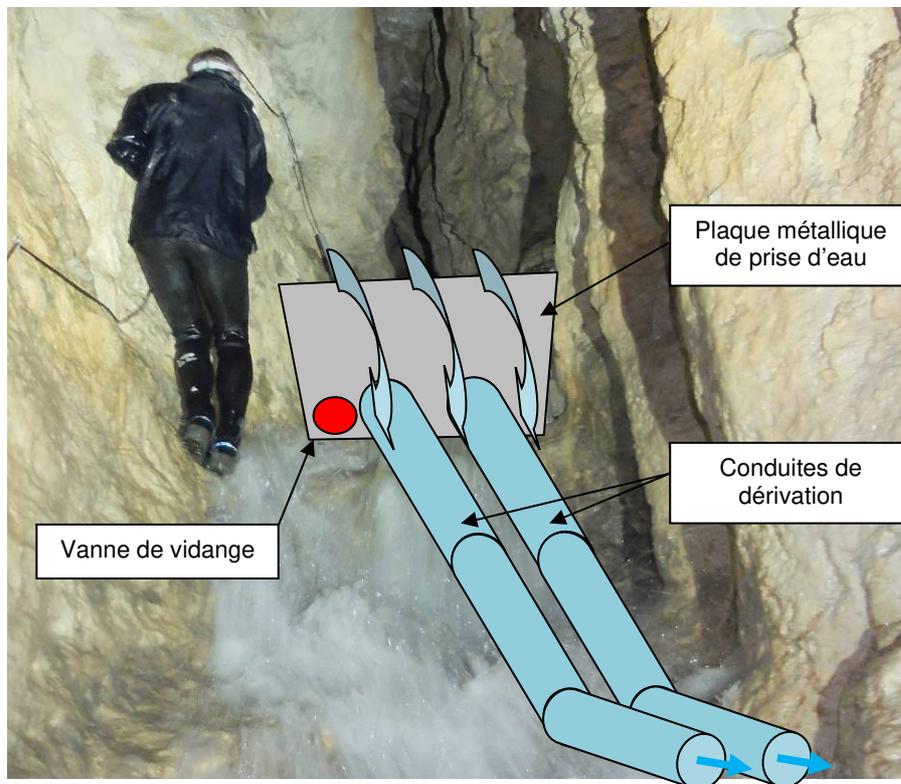


Figure 41 : Photomontage de la prise d'eau projetée (avec 2 canalisations de 150 mm)

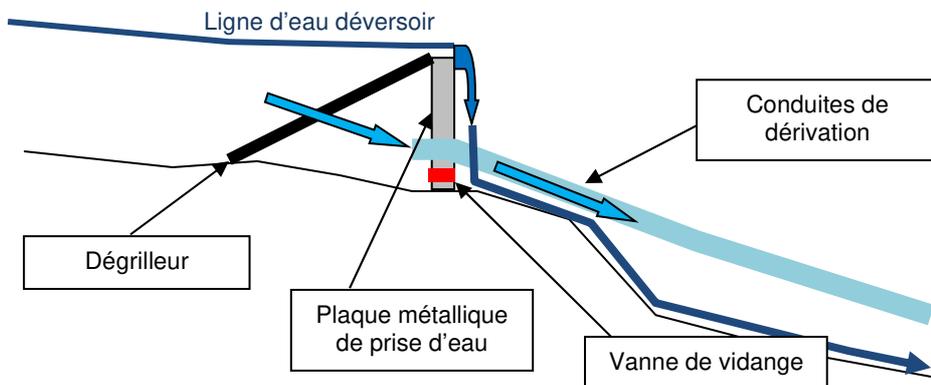


Figure 42 : Schéma de principe en coupe de la prise d'eau projeté

Une topographie de précision a été réalisée pour le compte de Vercorsoleil au cours de l'été 2019. Le plan obtenu a été recollé sur photo aérienne afin d'implanter le tracé de la canalisation dans la grotte.

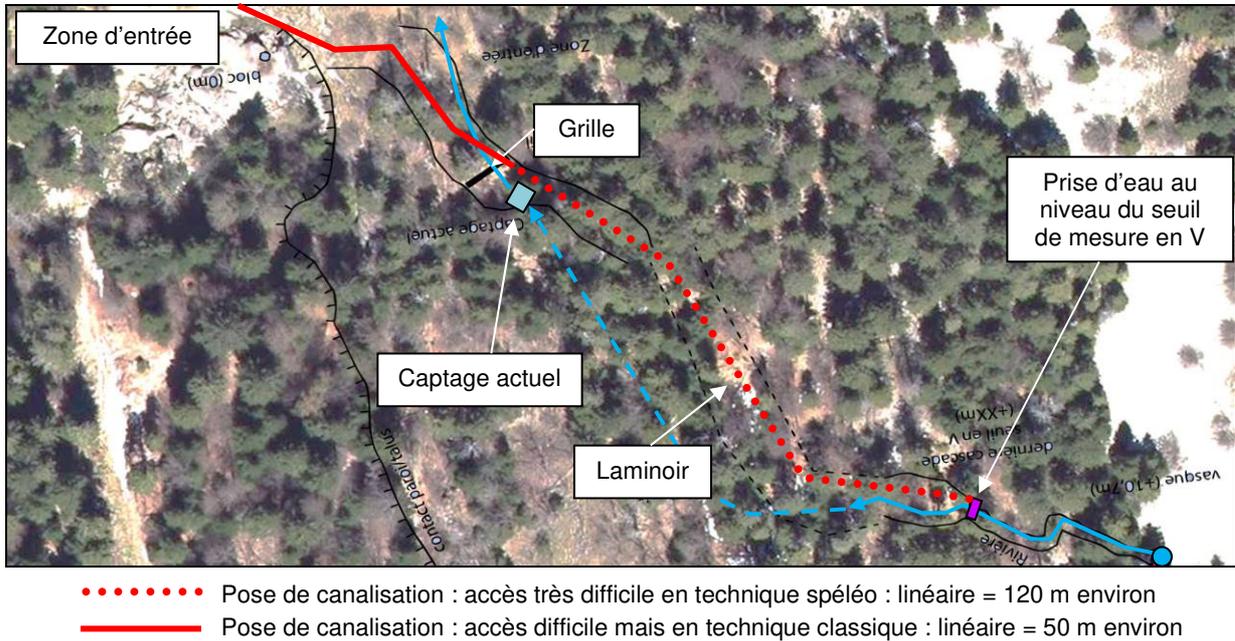


Figure 43 : Topographie de précision de la grotte reportée sur photo aérienne et tracé des canalisations dans la grotte jusqu'à la prise d'eau au niveau du seuil de mesure en V



Figure 44 : tracé de la canalisation sur photo aérienne à l'extérieur de la grotte

Le chiffrage de cette option avait été estimé en 2015 à 450 000 €. Une étude financière actualisée est en cours mais elle demande du temps et des reconnaissances de terrain difficiles pour évaluer précisément le cout des travaux. Il semblerait que cette somme ait été surévaluée à l'époque. Nous partirons donc sur 350 000 € et actualiserons cette somme dès que possible

6.1.2 Option 2 : Prise d'eau dans la marmite par forage

La deuxième option envisagée pour prélever l'eau du collecteur principal est de réaliser un forage subhorizontal remontant depuis l'extérieur de la grotte (dans le versant) aboutissant dans la marmite située au niveau de la galerie.

Cette solution permet de s'affranchir de la sécurisation de la conduite à la sortie de la grotte, des travaux en technique spéléologique et de la vulnérabilité du linéaire de canalisations aux crues (option 1).

La difficulté et l'incertitude de l'opération réside dans le fait d'atteindre la cible : une marmite de 3 m de diamètre par environ 4 m de profondeur située entre 130 et 150 m de l'extérieur (au plus proche).

L'entreprise réalisant les travaux devra obtenir une topographie de précision de l'intérieur de la grotte et de l'extérieur jusqu'au point d'attaque du forage afin d'implanter sa machine très précisément.

Deux techniques de forages différentes sont envisageables pour réaliser un tel :

- 1/ le forage carotté parfaitement rectiligne. En carottage, le train de tige ne flanche que très peu : l'ensemble est très rigide. Il convient de connaître avec une grande précision les coordonnées du point d'attaque ainsi que celle de la cible afin de calculer la direction et l'inclinaison du mat de la machine, qui sera fixé à la plateforme de travail. Des contrôles du respect de la direction et de l'inclinaison du forage peuvent être réalisés au cours de la foration.
- 2/ le forage dirigé équipé d'un système de positionnement à câble, gyroscopique, permettra de connaître la position du forage en temps réel. Un système de positionnement et de détection depuis la cible est également envisageable. Les paramètres topographiques initiaux devront également être déterminés avec une très grande précision.

Dans les 2 cas précédents, un tir pilote est d'abord réalisé dans un diamètre proche de 90 à 100mm. Des moyens de correction de la trajectoire en cours de foration sont possibles (dans la limite de quelques %).

Si le tir pilote atteint la cible, un réalésage est envisageable en une ou plusieurs passes pour atteindre un diamètre de 250 à 300mm.

Ces travaux devront être réalisés en période de basses eaux afin de minimiser (ou supprimer) les flux transitant dans le forage (problématiques liés aux contre-pressions et à la gestion des eaux une fois l'objectif atteint).

Le point d'entrée potentiel du forage ainsi que son tracé ont été reportés sur le plan réalisé par Vercorsoleil, recollé sur photo aérienne.

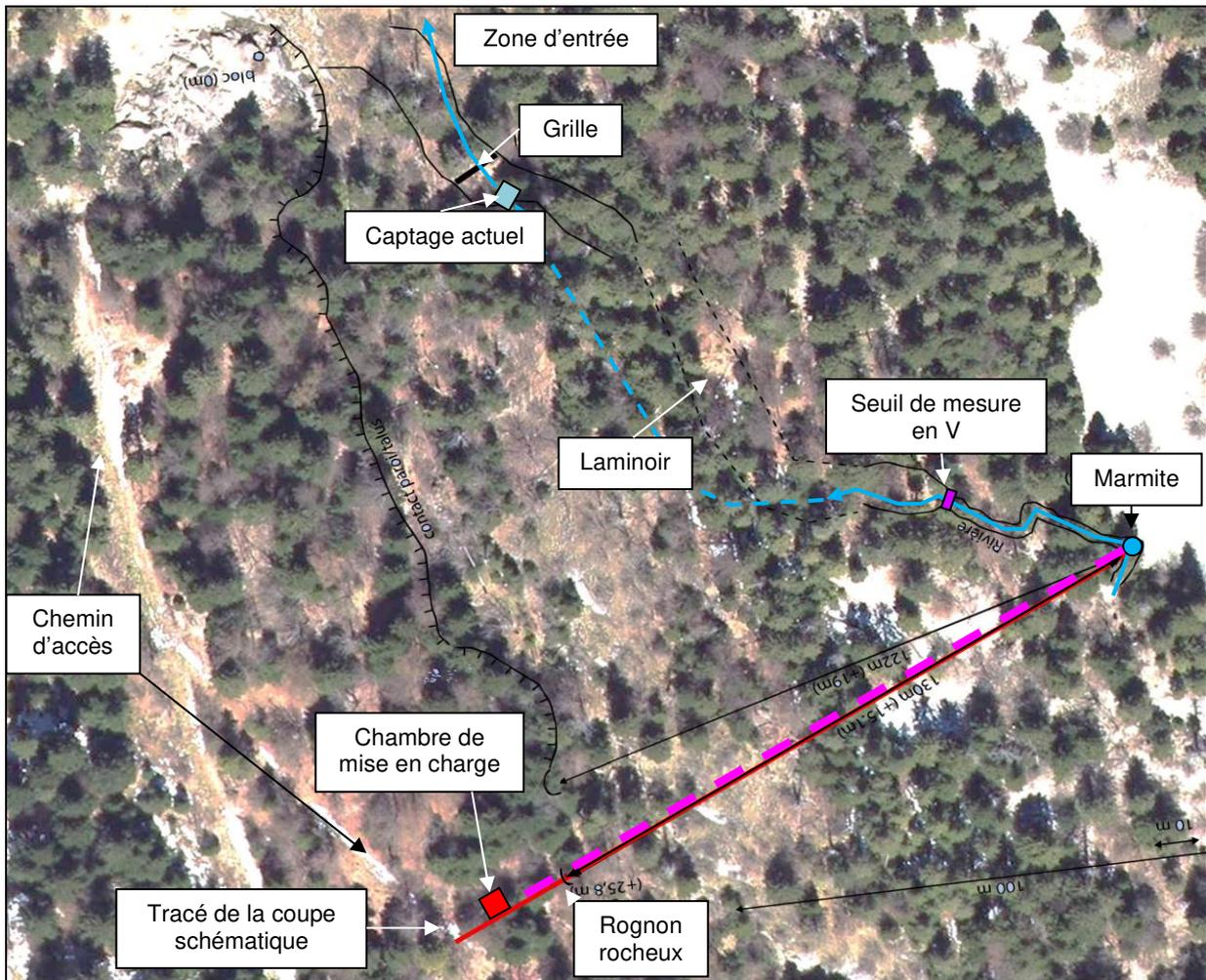


Figure 45 : Topographie de précision de la grotte jusqu'à la marmite reportée sur photo aérienne

La principale contrainte concernant le cahier des charges pour la réalisation du forage est de maintenir une différence de charge entre le point d'entrée et le point de sortie d'environ 10 à 20 m de dénivelé, soit 1 à 2 bars, afin que l'écoulement se fasse naturellement par gravité et avec un débit satisfaisant cohérent avec les débits d'utilisation à l'aval (usage AEP et/ou turbinage).

Dans ces conditions, le point d'attaque du forage pourrait être implanté proche du rognon rocheux identifié lors de la reconnaissance topographique, environ 26 m de dénivelé plus bas (afin de respecter la pente du forage).

Il sera impératif de réaliser une plateforme pour la machine de forage de 10 à 15 m de largeur sur environ 20 à 30 m de longueur.

La réalisation de la plateforme devra permettre d'atteindre le rocher pour permettre l'amorce du forage dans une formation massive.



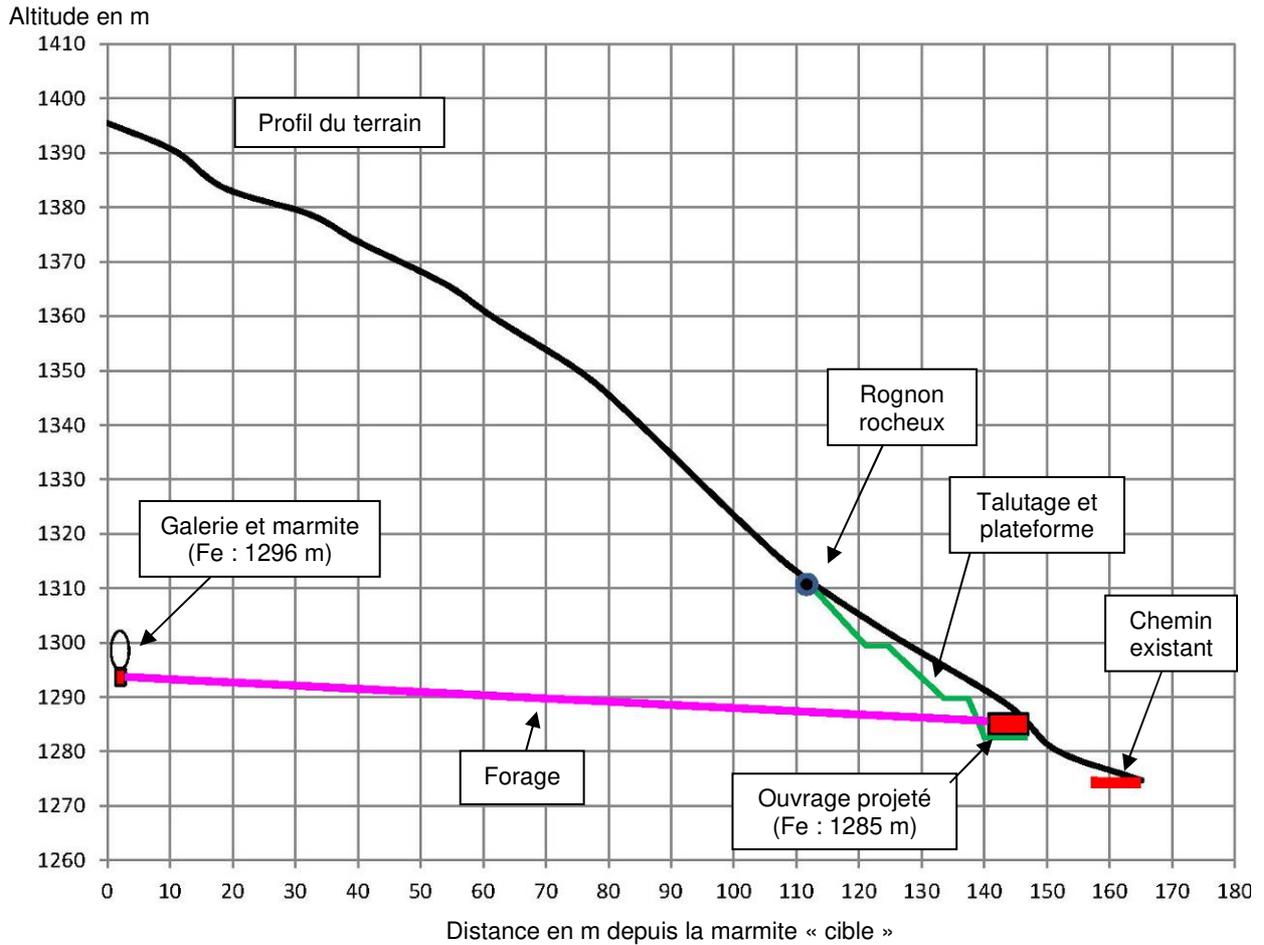


Figure 46 : Vue en coupe du forage projeté

Une estimation financière a été réalisée sur la base de ces travaux. Une enveloppe de l'ordre de 350 000 à 400 000 € semble satisfaisante pour l'une ou l'autre des techniques de forage choisies.

En l'absence de données supplémentaires, l'enveloppe financière des 2 options semble assez proche.

7

TRAVAUX HYDROELECTRIQUES

7.1 SCÉNARII

L'étude s'est attachée à envisager plusieurs scénarii, dans le but d'être en mesure de sélectionner le projet le plus pertinent.

Deux paramètres ont mené à distinguer les scénarii, ils sont détaillés ci-dessous :

7.1.1 Optimisation énergétique

L'objectif est de **maximiser l'énergie produite** par la centrale hydroélectrique. Le prélèvement de l'eau ne peut se faire ailleurs qu'au niveau de la source. Le débit prélevé et donc turbiné ne peut pas être augmenté. À ce titre, le seul paramètre susceptible d'augmenter l'énergie produite est la **hauteur de chute**.

Deux sites sont sélectionnés pour accueillir le bâtiment usine de la centrale :

- Le premier site potentiel est situé à proximité du Pont des Scies, à l'altitude 1020 m NGF.

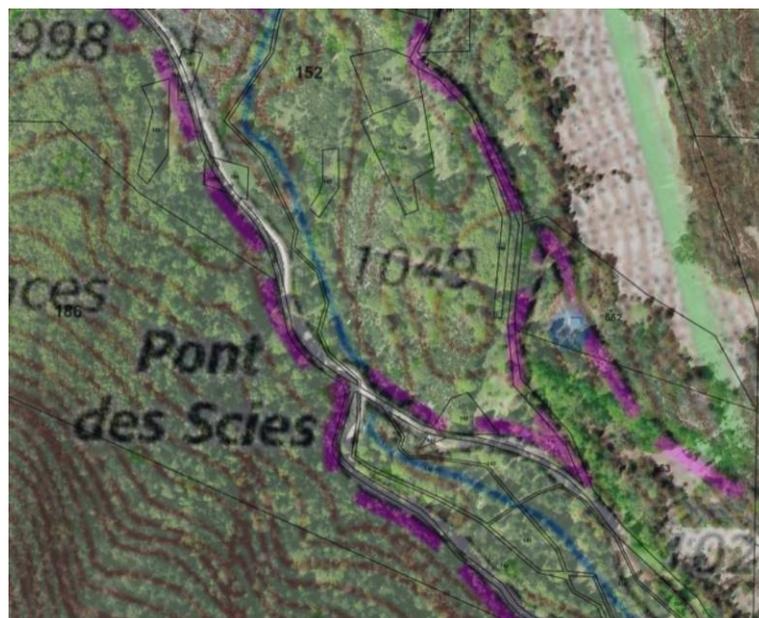


Figure 47 - Site potentiel n°1 pour le bâtiment Usine

- Le second site potentiel est situé

- En contrebas du centre de vacances Les Charmottes, à l'altitude 960 m NGF, sur la parcelle privée 382.

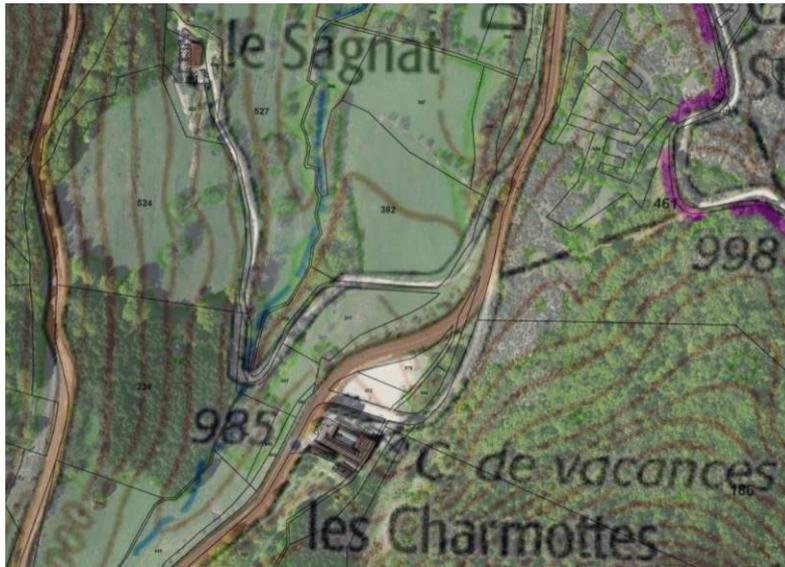


Figure 48 – Site potentiel n°2 pour le bâtiment Usine

7.1.2 Optimisation économique

L'objectif est de maximiser la viabilité du projet. Pour ceci il faut rechercher le point d'équilibre entre recettes et investissements. Pour un tel projet, le point d'optimisation majeur concerne les **coûts de raccordement de la centrale hydroélectrique au réseau électrique de distribution ENEDIS**. Deux facteurs sont prépondérants dans le montant de ce raccordement :

- Le premier concerne la **proximité d'un point de raccordement** au réseau. Logiquement, plus l'usine est proche d'un point de raccordement existant, moins le coût est élevé.
- Le second concerne le **régime de tension de raccordement**. Au-dessus de 250 kVA, le raccordement du site s'effectue en HTA, nécessitant la mise en œuvre d'un poste de transformation HTA et des cellules de production à la charge du producteur (investissement et exploitation). En dessous de 250 kVA, ENEDIS doit un raccordement en Basse Tension (BT), permettant d'économiser le coût sur l'équipement électrique et de la solution de raccordement. Au-dessus de 500 kVA ; le régime de la centrale change totalement et les couts d'achat sont bien moins intéressant.

Deux sous-scénarios de puissance injectée sont sélectionnés, à savoir :

- Puissance électrique injectée limitée à 250 kVA => sous scénario a
- Puissance électrique injectée au-dessus de 250 kVA mais limitée à 500 kVA pour pouvoir bénéficier du tarif H16 subventionné. => sous scénario b

Scénario	Sous-Scénario	Altitude prise d'eau	Altitude Bâtiment Usine	Puissance électrique maximum injectée	Commentaires
		(m NGF)	(m NGF)	kVA	
1	a	1285	1020	250	Bâtiment usine de la centrale à 1020mNGF (Pont des Scies)
	b	1285	1020	500	
2	a	1285	960	250	Bâtiment usine de la centrale à 960mNGF
	b	1285	960	500	

Figure 49 - Présentation des scénarios étudiés

7.2 DÉNIVELÉS RÉCUPÉRABLES - HAUTEUR BRUTE

Les dénivelés récupérables ont été estimés à partir des altimétries relevées sur les plans topographiques de l'IGN.

Scénario	Sous-Scénario	Altitude chambre d'eau	Altitude Bâtiment Usine	Hauteur de chute brute
		(m NGF)	(m NGF)	m
1	a	1285	1020	265
	b	1285	1020	265
2	a	1285	960	325
	b	1285	960	325

Figure 50 - Présentation des hauteurs brutes à turbiner selon les scénarii étudiés

7.3 DÉBITS

7.3.1 Débits disponibles

L'analyse sur les débits a été réalisée dans le paragraphe §3.4.

7.3.2 Débit d'équipement

Le type de machine adapté à ce débit et type de chute est une turbine Pelton. Ces turbines ont une large gamme de fonctionnement, allant de 100% à 5% du débit d'équipement. Elles permettent également de limiter les surpressions lors des déclenchements avec des temps de fermeture longs pour les vannes.

Face à la variabilité des débits d'eaux de la ressource, ces turbines permettent d'avoir une large gamme de débits avec de bons rendements.

Le débit d'équipement correspond au débit maximal de la turbine. Ce débit est déterminé afin d'optimiser le projet, c'est-à-dire de maximiser le chiffre d'affaire, en fonction de l'hydrologie, en ayant un investissement raisonnable. Le calcul du débit d'équipement est défini suivant plusieurs facteurs limitant présentés ci-dessous pour chaque scénario :

- Pour les scénarios 1.a et 2.a, c'est la puissance électrique injectée qui est limitante. Le débit d'équipement correspondra au débit turbiné permettant d'avoir une installation hydroélectrique délivrant une puissance électrique au réseau de 250 kVA.
- Pour les scénarios 1.b et 2.b, c'est la recherche de l'optimum énergétique qui sera déterminant. On recherche le débit pour lequel la production annuelle est maximale.
- Pour tous les scénarios, le choix d'un diamètre de canalisation optimal. L'objectif étant d'atteindre l'optimum technique et économique entre perte de charge minimale et coût de la canalisation réduit.

Scénario	Sous-Scénario	Facteur de décision
1	a	Puissance électrique injectée maximale de 250 kVA
	b	Optimum énergétique
2	a	Puissance électrique injectée maximale de 250 kVA
	b	Optimum énergétique

Scénario 1a

On observe l'évolution du productible en fonction du débit d'équipement pour 3 diamètres de canalisations différents

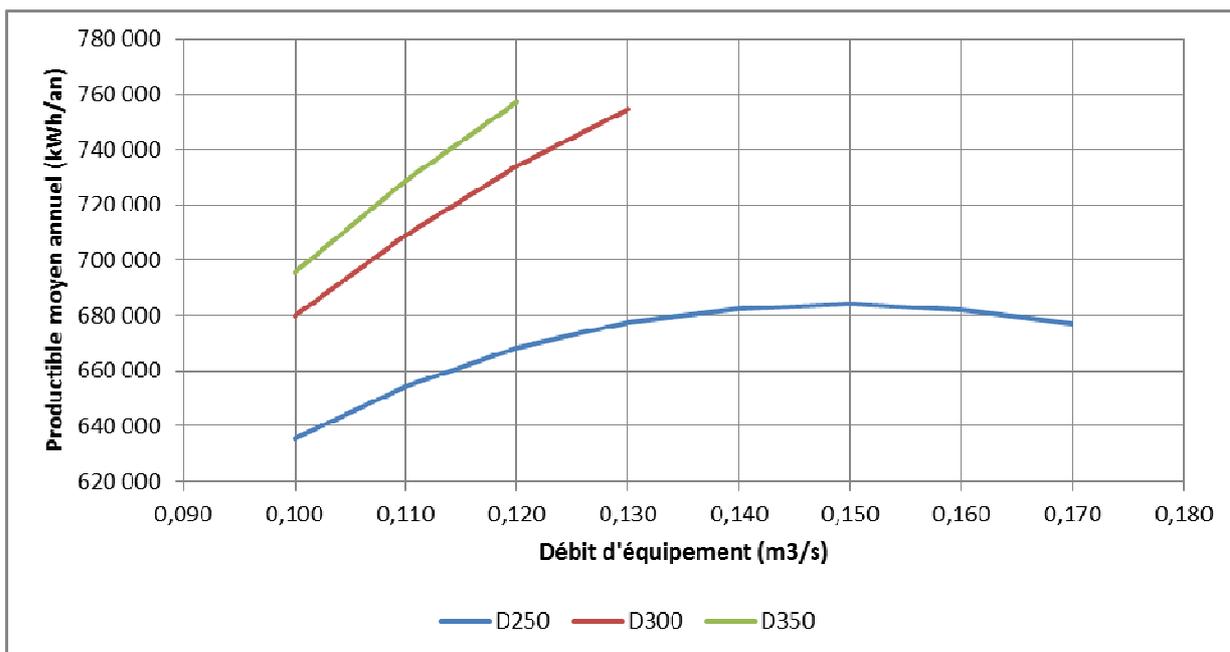


Figure 51 – Évolution du productible en fonction du débit d'équipement retenu, Scénario 1.a

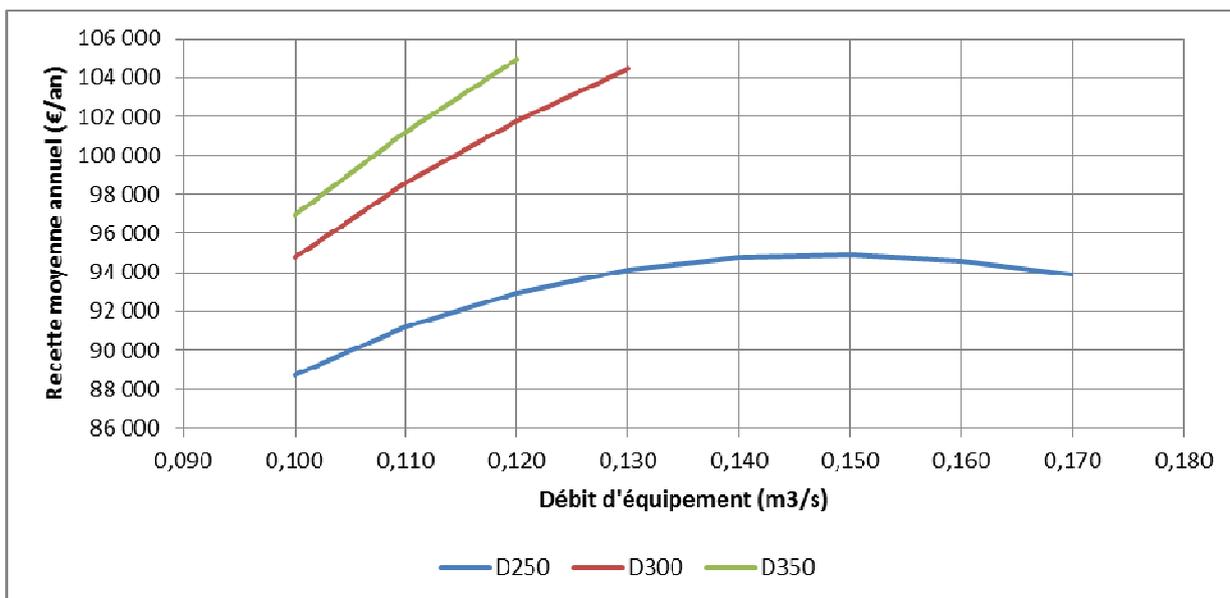


Figure 52 – Évolution de la recette annuelle en fonction du débit d'équipement retenu, Scénario 1.a

Analyse des graphiques :

Pour le DN250, la canalisation est limitante et on n'atteint jamais la puissance électrique injectée de 250kW. L'optimum énergétique se trouve à 150 l/s.

Pour le DN300, la canalisation n'est pas limitante pour atteindre les 250 kW. On atteint l'optimum énergétique lorsque la puissance électrique injectée atteint les 250 kW, pour un débit de 130 l/s.

Pour le DN350, la canalisation n'est pas limitante pour atteindre les 250 kW. On atteint l'optimum énergétique lorsque la puissance électrique injectée atteint les 250 kW, pour un débit de 120 l/s.

Nota : dire que la canalisation est limitante signifie qu’à partir d’un certain débit, une augmentation de débit n’entraîne plus une augmentation de puissance. La perte de charge devient trop importante et la puissance injectée diminue.

L’écart de productible et donc de recettes est conséquent entre une canalisation en DN250 et une canalisation en DN300. En revanche, l’écart entre une canalisation en DN300 et DN350 est réduite, notamment au regard du surinvestissement nécessaire sur tout le linéaire.

Par conséquent, le diamètre optimisé pour ce scénario est le **DN300**.

Le débit d’équipement sélectionné est lui de **130 l/s**.

Scénario 1b

On observe l’évolution du productible en fonction du débit d’équipement pour 3 diamètres de canalisations différents

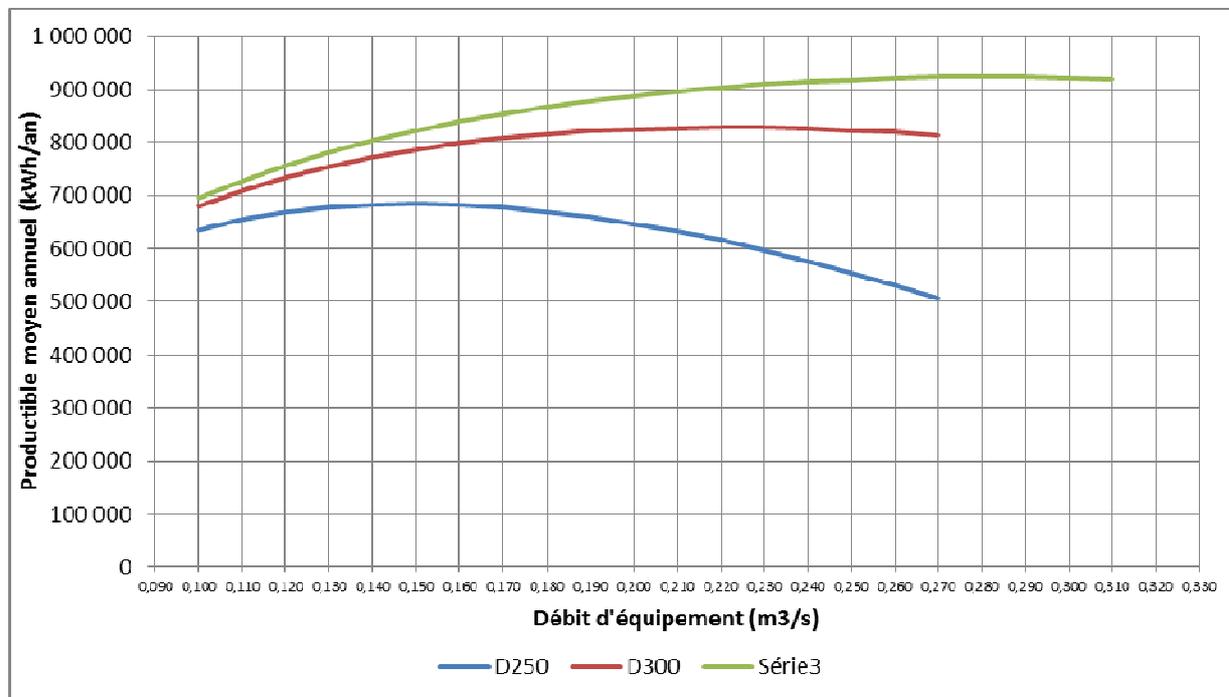


Figure 53 – Évolution du productible en fonction du débit d’équipement retenu, Scénario 1.b

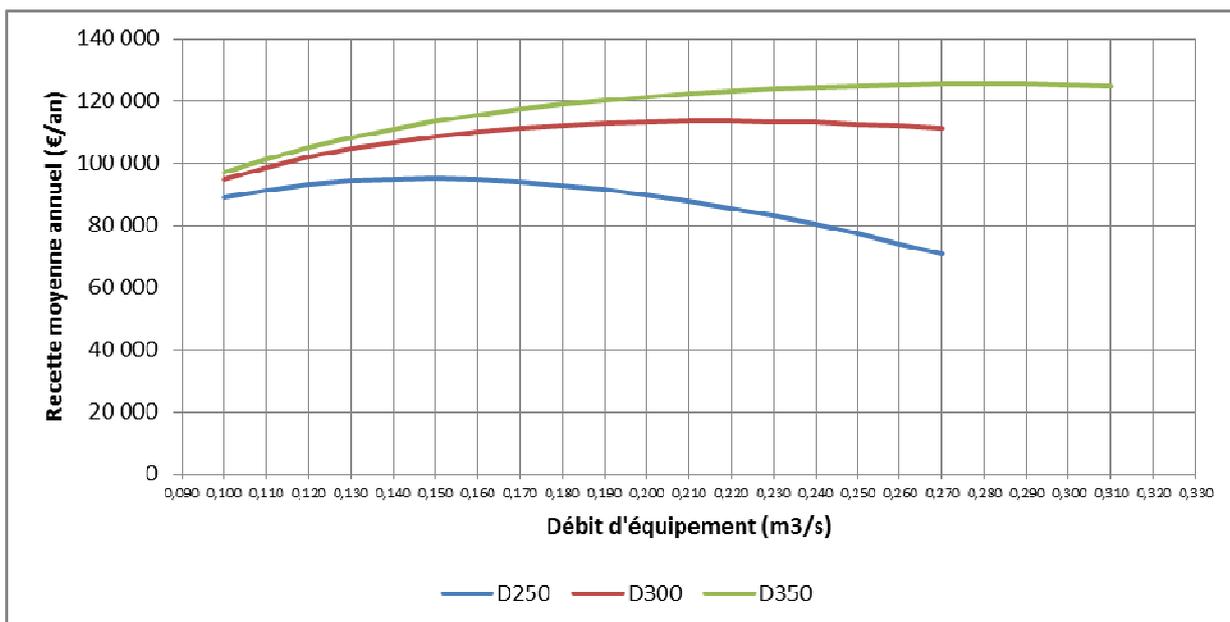


Figure 54 – Évolution de la recette annuelle en fonction du débit d'équipement retenu, Scénario 1.b

Analyse des graphiques :

Pour le DN250, la canalisation est limitante à 150 l/s. On l'exclut pour ce scénario.

Pour le DN300, la canalisation est limitante pour un débit de 260 l/s. On atteint l'optimum énergétique pour un débit de 220 l/s.

Pour le DN350, la canalisation n'est pas limitante. C'est la ressource qui devient limitante. On obtient l'optimum énergétique pour un débit de 290 l/s.

Nota : dire que la canalisation est limitante signifie qu'à partir d'un certain débit, une augmentation de débit n'entraîne plus une augmentation de puissance. La perte de charge devient trop importante et la puissance injectée diminue.

La canalisation en DN250 est à exclure, elle induit trop de pertes de charge.

L'écart de productible et de recettes entre une canalisation en DN300 et DN350 est moindre, notamment au regard du surinvestissement nécessaire sur tout le linéaire.

Par conséquent, le diamètre optimisé pour ce scénario est le **DN300**.

Le débit d'équipement sélectionné est lui de **220 l/s**.

En résumé pour chacun des scénarios, 1.a et 1.b, on retient :

Scénario	Sous-Scénario	Débit d'équipement
1	a	130 l/s
	b	220 l/s

Scénario 2a

On observe l'évolution du productible en fonction du débit d'équipement pour 3 diamètres de canalisations différents

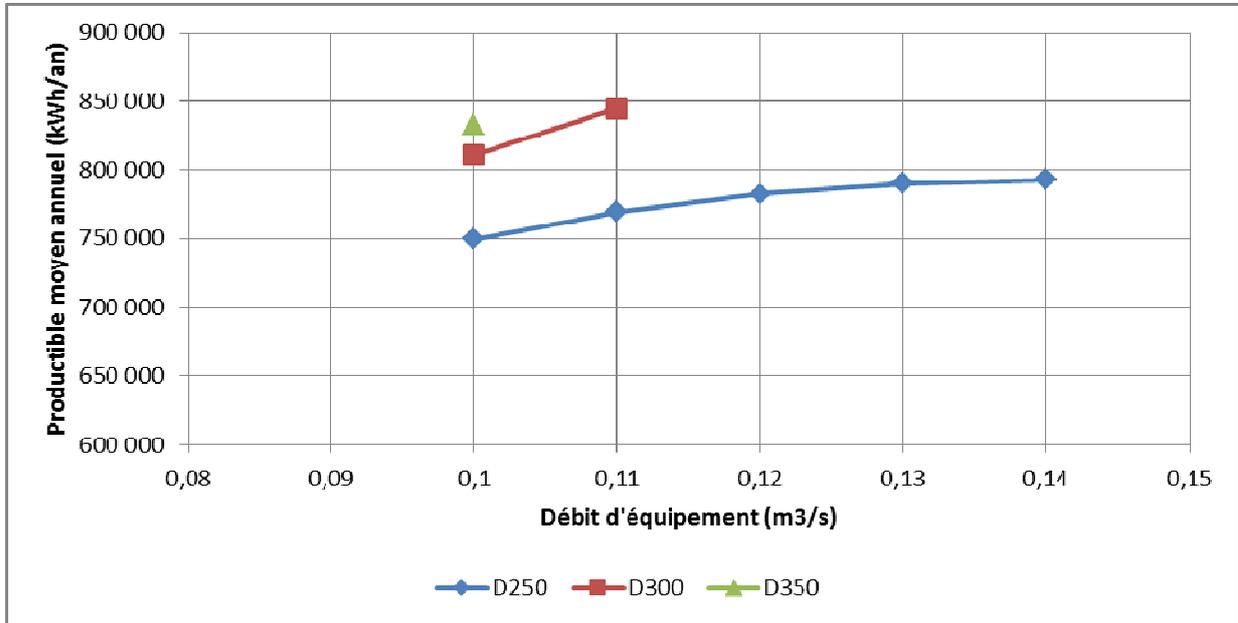


Figure 55 – Évolution du productible en fonction du débit d'équipement retenu, Scénario 2.a

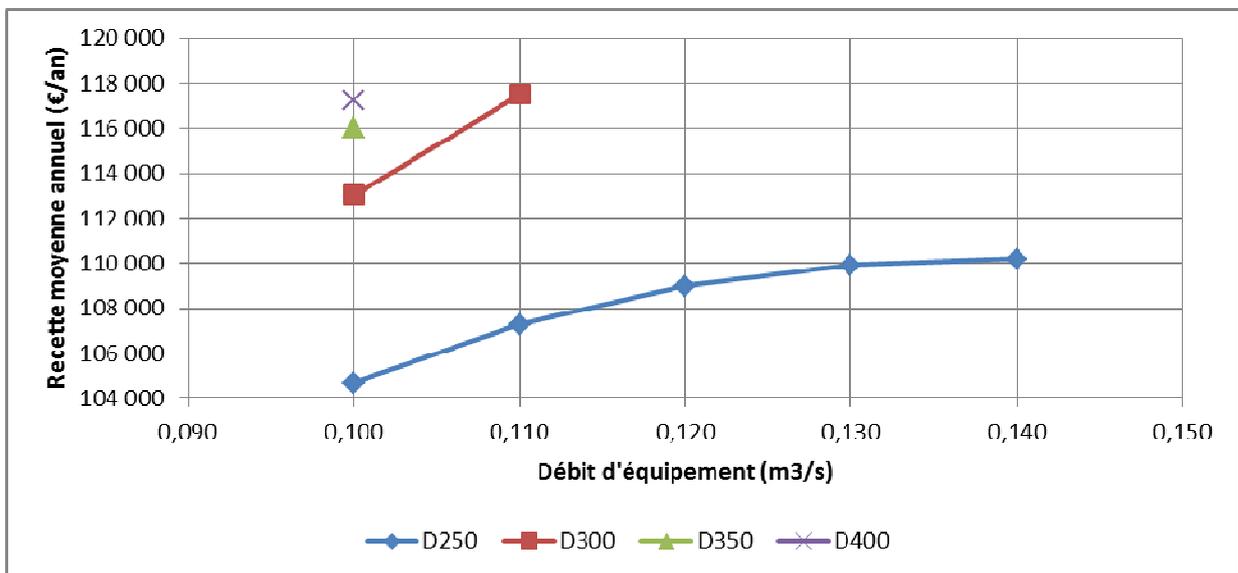


Figure 56 – Évolution de la recette annuelle en fonction du débit d'équipement retenu, Scénario 1.a

Analyse des graphiques :

Pour le DN250, la canalisation est limitante et on atteint juste la puissance électrique injectée de 250kW. L'optimum énergétique se trouve à 140 l/s.

Pour le DN300, la canalisation n’est pas limitante pour atteindre les 250 kW. On atteint l’optimum énergétique lorsque la puissance électrique injectée atteint les 250 kW, pour un débit de 110 l/s.

Pour le DN350, la canalisation n’est pas limitante pour atteindre les 250 kW. On atteint l’optimum énergétique lorsque la puissance électrique injectée atteint les 250 kW, pour un débit de 100 l/s.

L’écart de productible et donc de recettes est conséquent entre une canalisation en DN250 et une canalisation en DN300. En revanche, l’écart entre une canalisation en DN300 et DN350 est réduite, notamment au regard du surinvestissement nécessaire sur tout le linéaire.

Par conséquent, le diamètre optimisé pour ce scénario est le **DN300**.

Le débit d’équipement sélectionné est lui de **110 l/s**.

Scénario 2b

On observe l’évolution du productible en fonction du débit d’équipement pour 3 diamètres de canalisations différents

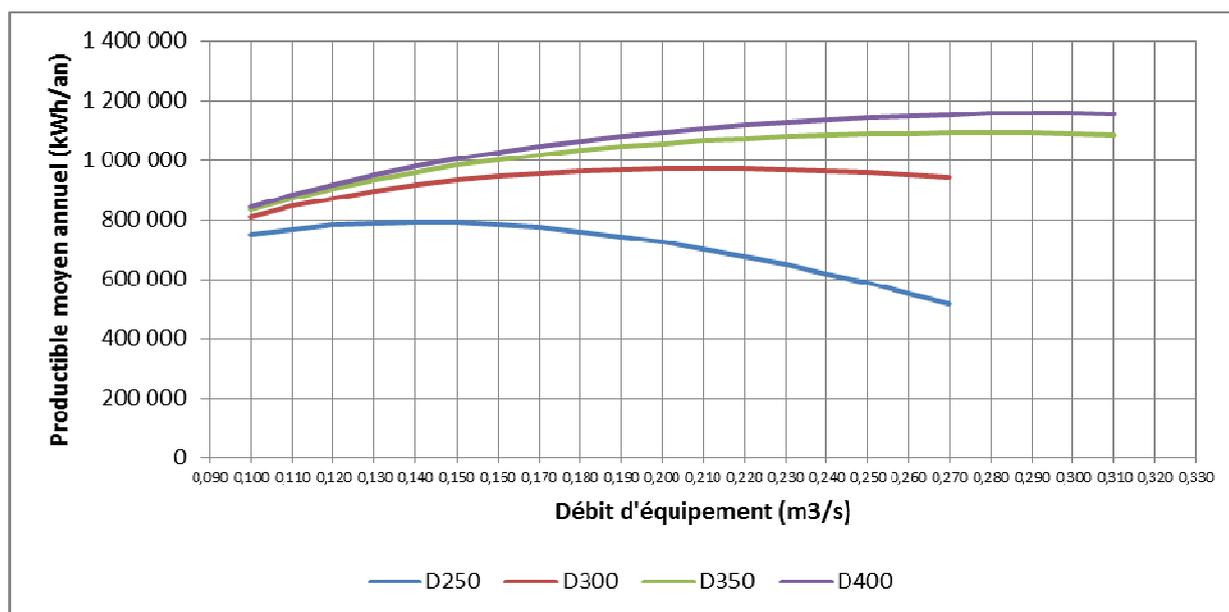


Figure 57 – Évolution du productible en fonction du débit d’équipement retenu, Scénario 2.b

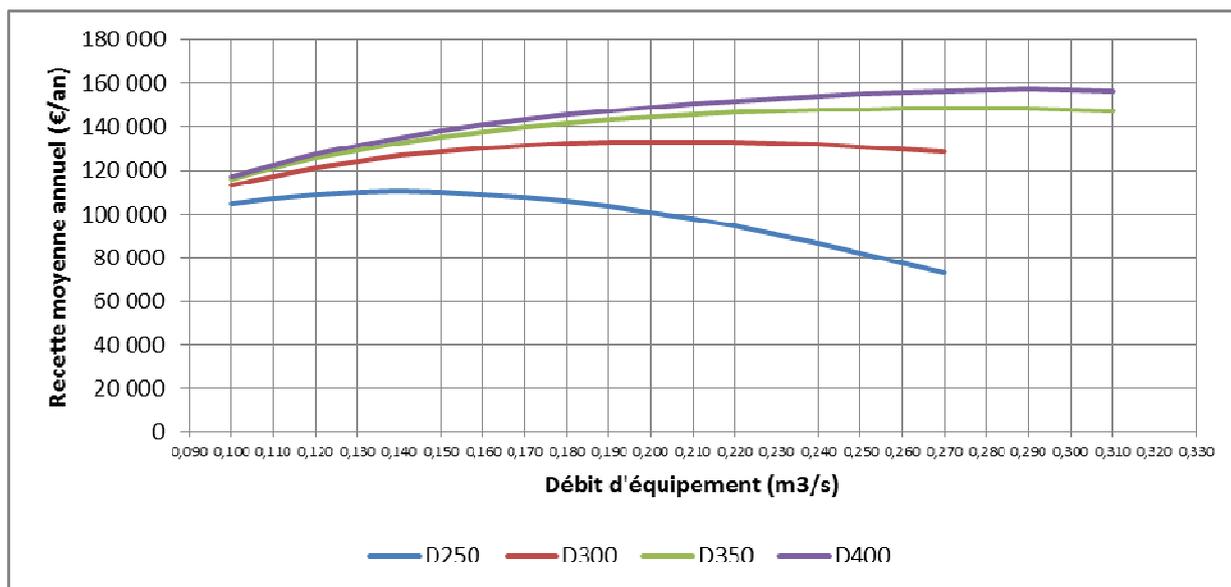


Figure 58 – Évolution de la recette annuelle en fonction du débit d'équipement retenu, Scénario 2.b

Analyse des graphiques :

Pour le DN250, la canalisation est limitante à 150 l/s. On l'exclut pour ce scénario.

Pour le DN300, la canalisation est limitante pour un débit de 250 l/s. On atteint l'optimum énergétique pour un débit de 220 l/s.

Pour le DN350, la canalisation n'est pas limitante. C'est la ressource qui devient limitante. On obtient l'optimum énergétique pour un débit de 290 l/s. Cependant, au-dessus de 210 l/s, la puissance injectée est supérieure à 500 kW. Le tarif H16 est réduit au-dessus de cette puissance.

La canalisation en DN250 est à exclure, elle induit trop de pertes de charge.

L'écart de productible et de recettes entre une canalisation en DN300 et DN350 est réduit, notamment au regard du surinvestissement nécessaire sur tout le linéaire.

Par conséquent, le diamètre optimisé pour ce scénario est le **DN300**.

Le débit d'équipement sélectionné est lui de **220 l/s**.

En résumé pour chacun des scénarios, 2.a et 2.b, on retient :

Scénario	Sous-Scénario	Débit d'équipement
2	a	110 l/s
	b	220 l/s

7.4 DESCRIPTION TECHNIQUE PRÉVISIONNELLE DE L'INSTALLATION

Ce paragraphe présente les travaux à réaliser pour la construction et le bon fonctionnement de la future centrale, pour les 4 scénarios envisagés.

7.4.1 Caractéristiques techniques des machines préconisées

		SCENARIO			
		1.a	1.b	2.a	2.b
Type turbine	-	PELTON - 2 jets			
Vitesse de rotation	[tr/min]	750	750	750	750
Puissance mécanique	[kW]	263	442	274	541
Puissance injectée au réseau	[kW]	237	398	247	488
Type génératrice	-	Asynchrone	Asynchrone	Asynchrone	Asynchrone

7.4.2 Éléments communs à tous les scénarii

a. Turbine et génératrice

La turbine sera de type Pelton. Avec ce type de turbine, il est possible de turbiner de 5% à 100 % du débit d'équipement, et donc d'avoir une large plage de fonctionnement.

Elle sera couplée à une génératrice asynchrone.

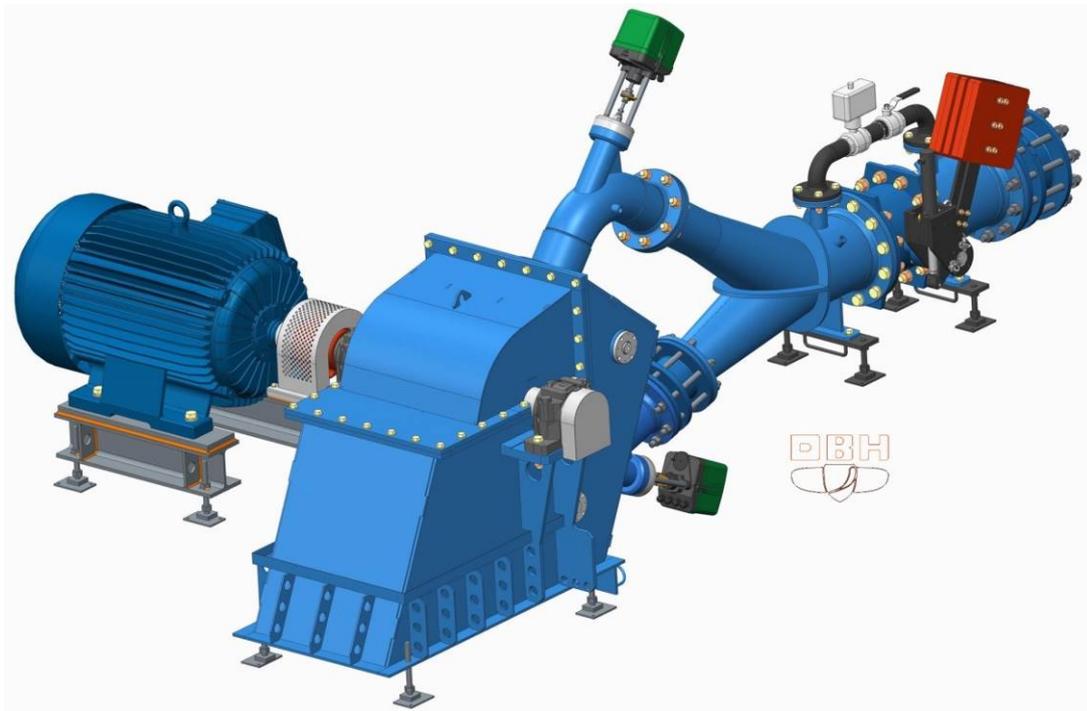


Figure 59 - Vue 3D d'une turbine Pelton à axe horizontal à 2 jets, avec vanne de garde à contrepoids.
Source : DBH



Figure 60 – Exemple de roue de turbine PELTON

b. Bâtiment de la centrale

Un local sera créé pour abriter l'ensemble des équipements électromécaniques, à savoir :

- La vanne de garde
- La turbine Pelton et sa génératrice
- Les armoires électriques, avec le contrôle commande
- **Le poste HTA et le transformateur uniquement pour le scénario 1.b et 2.b avec des puissances supérieures à 250 kVA.**

Pour le scénario 1.a et 2 a, le bâtiment sera d’une superficie de 80 m² environ, il fera l’objet d’un permis de construire en prenant en compte les règles d’insertion paysagères de la région.

Pour le scénario 1.b et 2.b, le bâtiment sera d’une superficie de 100 m² environ, il fera l’objet d’un permis de construire en prenant en compte les règles d’insertion paysagères de la région.

Pour le scénario 1, l’accès à l’usine sera à créer depuis la piste forestière menant à la RD 518.

Pour le scénario 2, l’accès à l’usine sera à créer depuis la RD 518.



Figure 61 – Photo d’un local créé pour une microcentrale

c. Restitution des eaux

Un canal sera créé en dessous de la turbine afin de restituer les eaux turbinées à la rivière « La Vernaison ». La restitution se fera par l’intermédiaire d’une canalisation enterrée jusqu’au cours d’eau. Même si les débits turbinés sont assez importants relativement aux débits d’étiage.

d. Mode de fonctionnement et d’exploitation

L’installation sera conçue pour fonctionner selon deux modes différents :

- En régulation de niveau,
- En manuel.

Mode Régulation de niveau :

L’automate de la microcentrale reçoit une mesure de niveau en provenance de la prise d’eau ; il envoie des ordres d’ouverture/fermeture sur les injecteurs de la turbine pour maintenir le niveau constant dans la chambre de mise en charge.

Mode manuel :

Un ensemble de commutateurs et boutons poussoirs permettra un démarrage en pas à pas de la turbine, via l’automate, pour essais ou mise au point.

L’énergie électrique sera produite par une génératrice asynchrone dont la vitesse de rotation est imposée par la fréquence du réseau.

- Au **démarrage de la turbine** (manuel ou automatique), l’ouverture progressive des injecteurs (ou d’un injecteur) entraîne la machine en rotation jusqu’à ce que sa vitesse soit très proche de celle de la fréquence du réseau ; l’automatisme ferme alors le disjoncteur de couplage et la machine est pilotée en vitesse par la fréquence du

réseau, les injecteurs ouvrent alors en fonction de l'information de niveau recueillie à la prise d'eau.

- À l'arrêt de la turbine (manuel ou automatique), la fermeture progressive des injecteurs (avec un temps de fermeture compatible avec la surpression tolérée par les canalisations et ses équipements) réduit la puissance à son minimum, puis un contact de fin de course provoque l'ouverture du disjoncteur de couplage.

En cas de **déclenchement accidentel**, les déflecteurs de jets agissent immédiatement en déviant les jets de la roue, permettant une fermeture lente des injecteurs puis de la vanne de garde. La roue Pelton et la génératrice seront conçues pour supporter une survitesse de l'ordre de 1,8 fois la vitesse nominale pendant le laps de temps entre le déclenchement et l'action des déflecteurs.

La production d'énergie par génératrice asynchrone impose l'installation d'une batterie de condensateurs, permettant en particulier de garder la tangente \emptyset dans les limites imposées par ENEDIS.

e. Armoire électrique

À côté des organes de puissance (couplage génératrice et condensateurs), l'armoire d'automatisme BT intègre :

- L'automate de contrôle - commande et supervision
- Une station de mesure : U, I, F, P, Q, ...
- Les relais de protection
- La commande Auto - Manu et l'arrêt volontaire
- La gestion des auxiliaires

f. Protections

- Protections électriques : découplage immédiat avec fermeture rapide des injecteurs et arrêt bloqué du groupe.
- Protections mécaniques : fermeture rapide des injecteurs jusqu'à la marche à vide, puis découplage et arrêt bloqué du groupe.
- Protections réseau : découplage immédiat avec fermeture rapide des injecteurs et arrêt temporaire jusqu'à la disparition du défaut.
- Arrêt d'urgence (situé sur tableau groupe) : idem protections électriques.
- Arrêt d'urgence général (situé à l'extérieur du bâtiment) : idem protections électriques.

NB : la vanne de garde commence à se fermer dès l'ordre de fermeture rapide.

g. Circuits puissance BT

Ils comprennent entre la sortie de la génératrice et le réseau électrique :

- Un contacteur de puissance 400 V par groupe pour le couplage au réseau,
- Des disjoncteurs « génératrices » et « ligne »
- Une batterie de condensateurs avec son disjoncteur
- Des câbles 400 V monophasés pour diminuer les risques de court-circuit polyphasé.
- Les TC et TT nécessaires au comptage et aux protections du réseau.

Une centrale de mesure par turbine permettra d'afficher intensité, tension, cos phi, ...

h. Contrôle commande

Le « contrôle commande » sera installée en armoire et basé sur un automate programmable unique en 24Vcc.

Son rôle sera :

- D'assurer la conduite automatique et la mise en sécurité de la microcentrale dans le respect des contraintes réglementaires administratives, hydrauliques, techniques sans mettre en péril la sécurité des personnes et des machines.
- De gérer la conduite d'ensemble de la centrale, le démarrage et l'arrêt du groupe, la manœuvre de la vanne amont, l'alerte du personnel d'exploitation en cas de défaillance, et assurer l'interface avec l'utilisateur.

Il est du type « à manque de tension » : en cas de perte de l'alimentation 24Vcc, les organes de sécurité (déflecteur, ...) se referment tandis que la génératrice est découplée du réseau.

i. Auxiliaires en courant alternatif

Les règles en vigueur (contrat d'obligation d'achat, loi NOME) imposent une alimentation des auxiliaires « nécessaires au fonctionnement de la turbine » :

- En soutirage à la génératrice lorsque la turbine est en service
- Par un contrat de fourniture spécifique lorsque les turbines sont à l'arrêt ; dans le cas présent, l'alimentation des auxiliaires hors période de production se fera depuis un abonnement en consommation à contracter.

En général, le régime de neutre est le suivant :

- IT pour la partie puissance 400V, privilégiant la continuité de service,
- TT pour les auxiliaires, en installant un transformateur d'isolement 400/400 V dont le neutre est mis à la terre côté auxiliaires pour privilégier la sécurité des intervenants.

j. Auxiliaires en courant continu

Ils seront alimentés à partir d'un ensemble batterie redresseur 24Vcc permettant une autonomie de 5 heures en cas de perte du réseau ENEDIS.

k. Supervision et télégestion

Pour le pilotage en local, toutes les informations seront visualisées sur une interface homme machine tactile couleur positionné en face avant de l'armoire contrôle-commande.

Les vues suivantes seront prévues et créées :

- Synoptique animé avec la situation en cours : marche auto/manu, position des organes (vanne, disjoncteur, ...), vitesse, tension, puissance...compteur horaire
- Courbes puissance, niveau d'eau amont, vitesse, en fonction du temps
- Consignation d'états : alarmes (en orange) et défauts bloquants (en rouge)
- Paramètres réglables : temporisations, seuils (températures, vitesse, ...).

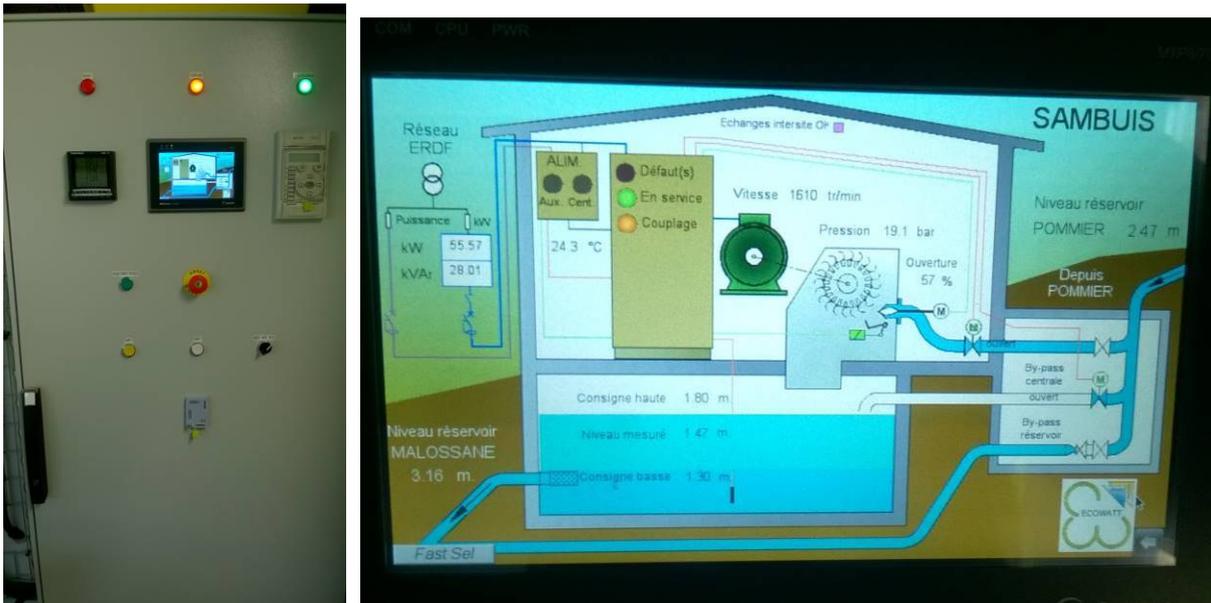


Figure 62 – Armoire électrique et Interface graphique type supervision

Pour le pilotage à distance, l'exploitant devra être en mesure :

- De recevoir les alarmes à distance sur un poste central de supervision ou sur un portable d'astreinte,
- D'avoir accès à la consignation d'états détaillée,
- De disposer d'un synoptique animé sur lequel apparaissent les informations suivantes : tension, intensité, fréquence, puissance active, puissance réactive, températures diverses, position vannage, vanne amont ouverte/fermée, contacteur du groupe ouvert/fermé, contacteur condensateurs ouvert/fermé, marche-arrêt
- De transmettre les ordres suivants : marche-arrêt groupe.

L'ensemble de ces actions seront possible à distance, depuis un ordinateur. Les informations transiteront par un système de télétransmission relié à Internet selon un mode de communication restant à définir (ADSL, CABLE GSM IP)

7.4.3 Éléments spécifiques au scénarios 1a & 1b

Raccordement au réseau ENEDIS

Pour le scénario 1.a :

Nous avons identifié un transformateur aérien HTA/BT à proximité du site potentiel. Deux aspects devront être vérifiés par ENEDIS : la capacité du poste et la capacité de la ligne HTA. La ligne BT sera donc soit tirée depuis le poste HTA/BT existant soit viendra se raccorder sur un nouveau Poste qu'il conviendra à ENEDIS de créer, aux frais du producteur.

Pour le scénario 1.b :

Nous avons identifié un transformateur aérien HTA/BT à proximité du site potentiel. Deux aspects devront être vérifiés par ENEDIS : la capacité du poste et la capacité de la ligne HTA.

Pour la présente étude nous partons du principe que la ligne HTA à proximité dispose d'une capacité suffisante pour les deux scénarios.

À noter que seule l'étude d'ENEDIS pourra conclure sur la faisabilité du raccordement et le coût associé.

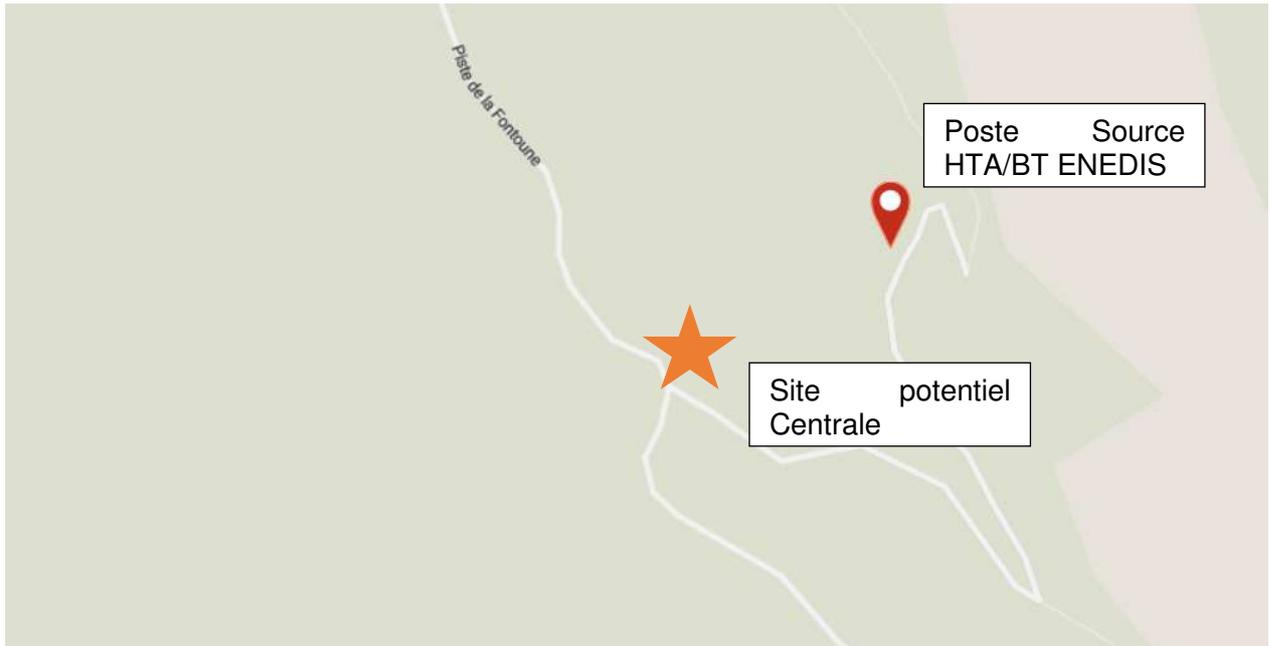


Figure 63 – Emplacement du Poste HTA/BT Scénario 1a & 1b

7.4.4 Éléments spécifiques au scénarios 2a & 2b

a. Raccordement au réseau ENEDIS

Pour le scénario 2.a :

Nous n’avons pas identifié de poste de raccordement Basse Tension à proximité immédiate du site potentiel de la centrale. Il devrait cependant y avoir un poste de raccordement à proximité du centre de vacances. Le poste source HTA/BT le plus proche est à 200 mètres.

S’il n’est pas possible de se raccorder sur le réseau BT existant, il sera nécessaire à ENEDIS de tirer une ligne HTA depuis le poste source et de mettre en œuvre un Poste Simplifié au Sol (PSS) à proximité de l’usine de la centrale.

Pour le scénario 2.b :

La ligne HTA sera probablement tirée depuis le poste source HTA/BT le plus proche qui est à 800 mètres.

Pour la présente étude, nous partons du principe qu’il faudra tirer une nouvelle ligne HTA depuis le poste source à 800m.

À noter que seule l’étude d’ENEDIS pourra conclure sur la faisabilité du raccordement et le coût associé.



Figure 64 - Emplacement du Poste HTA/BT Scénario 2a & 2b

7.5 TRAVAUX CONNEXES À RÉALISER

Les paragraphes suivants présentent les travaux à réaliser pour la création et la mise en service de la centrale.

7.5.1 Instrumentation chambre de mise en charge

L'ouvrage de dessablage pourra servir à la mise en charge de la conduite. Elle sera équipée de deux mesures de niveau d'eau.

La première en entrée sera située au-dessus d'une lame déversante calibrée permettant de mesurer la productivité de la source.

La seconde mesure servira à la mesure du niveau d'eau dans le dessableur pour permettre la régulation de la turbine.

Le débit prélevé pour l'AEP sera mesuré au niveau du Réservoir tandis que celui turbiné sera mesuré à l'arrivée sur la turbine. Aussi, par différence avec la productivité de la source, ces mesures pourront également permettre de quantifier la ressource et d'évaluer les volumes déversés aux trop-pleins.

Les informations seront rapatriées à la centrale et au réservoir, puis remontées potentiellement sur la supervision de l'exploitant AEP ou turbinage. Une ligne pilote sera posée en même temps que les conduites.

7.5.2 Vanne de garde (motorisée)

La turbine sera équipée d'une vanne à commande électrique (vanne de garde), de type papillon à brides. Sa manœuvre interviendra dans les séquences de démarrage et d'arrêt du groupe. Elle sera en PN 25 ou PN40 selon les scénarii.

Elle devra couper le débit maximal. Elle sera raccordée aux canalisations, et son diamètre nominal sera déterminé par le fournisseur de la turbine, étant lié à la conception de celle-ci.

7.5.3 Raccordement électrique du captage

Le captage n'est actuellement pas alimenté en électricité.

Dans le cadre de cette opération, les besoins en électricités sont uniquement imposés par l'alimentation des sondes de mesures qui seront mises en place sur le dessableur et éventuellement de détection anti-intrusion. Ces sondes ne requièrent pas de puissance d'alimentation importantes (alimentation en 24V). Aussi plusieurs solutions sont envisageables :

- Alimentation limitée aux sondes envisagées :
 - Alimentation autonome via panneau solaire et batterie sur chacun des sites
 - Alimentation via câble électrique posée en tranchée commune le long de la canalisation (240 V ou 24V (possiblement aussi 128V))

En cas de volonté de mettre en place des équipements nécessitant plus de puissance (vidéo, projecteur lumière, équipements électromécaniques ...) : seul une solution par câble en envisageable (sauf groupe électrogène sur site avec batterie et transformateurs...)

Dans le cadre de cette faisabilité, il est pris par hypothèse l'alimentation par câble électrique en parallèle.

7.6 ESTIMATION DU PRODUCTIBLE ET DU CHIFFRE D'AFFAIRE EN FONCTION DU TEMPS ET DU SCENARIO

7.6.1 Méthodologie de l'estimation du productible énergétique

Le productible a été estimé en tenant compte :

- Du débit d'équipement retenu pour la turbine, selon le scénario,
- Des volumes d'eau mensuels enregistrés sur la période 2017-2019 ;
- Du volume d'eau brute utilisé pour l'eau potable,
- De la hauteur de chute nette corrigée en fonction du débit d'équipement considéré ;
- Des rendements de conversion de la turbine et de la génératrice en tenant compte à chaque fois des rendements à débits partiels ;
- D'un débit d'armement de la turbine considéré à **5% du débit d'équipement** ;
- Des rendements du transformateur si la puissance est supérieure à 250 kVA, et donc que le raccordement doit se faire en HTA. Si la puissance est inférieure à 250 kVA, le comptage sera placé par ENEDIS en Basse Tension, le rendement du transformateur n'est pas à prendre en compte ;
- D'un **abattement de 5% du temps** pour les arrêts techniques et la maintenance.

7.6.2 Estimation du productible énergétique

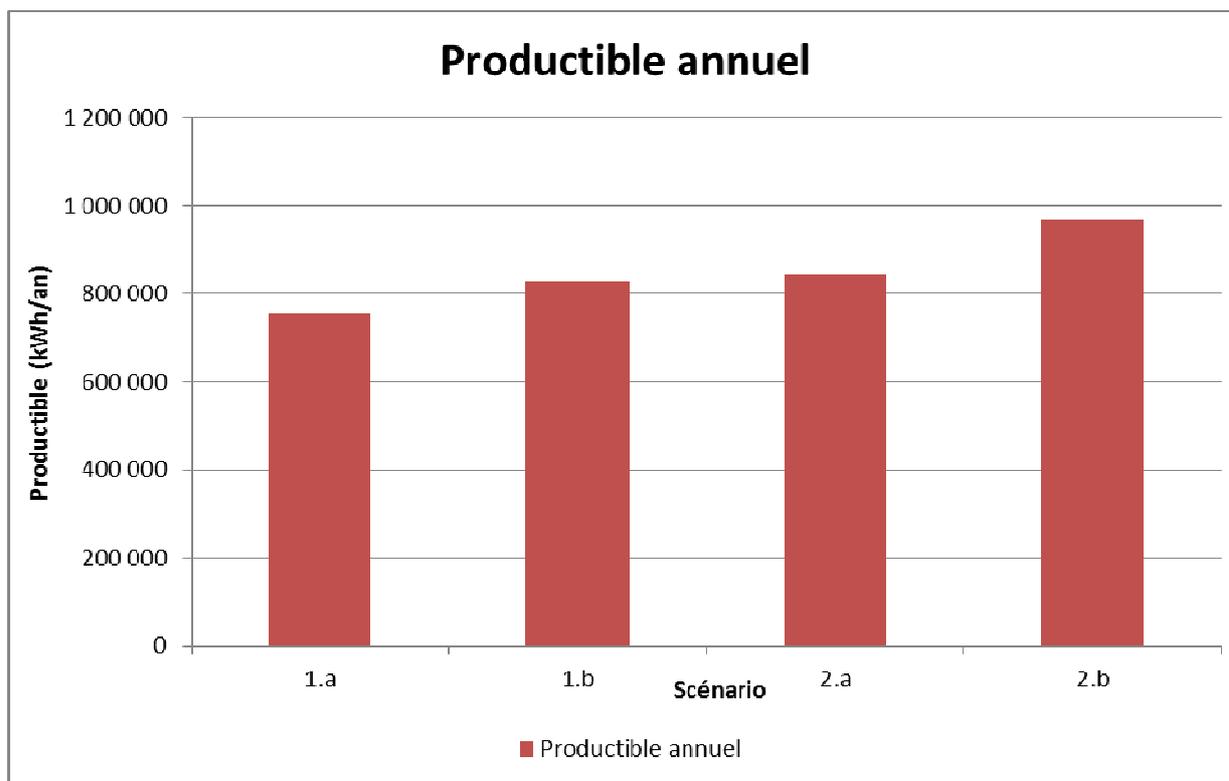


Figure 65 – Productible annuel moyen en fonction du scénario

		SCENARIO			
		1.a	1.b	2.a	2.b
Productible annuel	[kWh /an]	754 868	828 525	844 839	969 965
Équivalent consommation électrique annuelle foyers	Nbre /an	172	188	192	220

Le graphique ci-dessous présente le profil de production mois par mois.

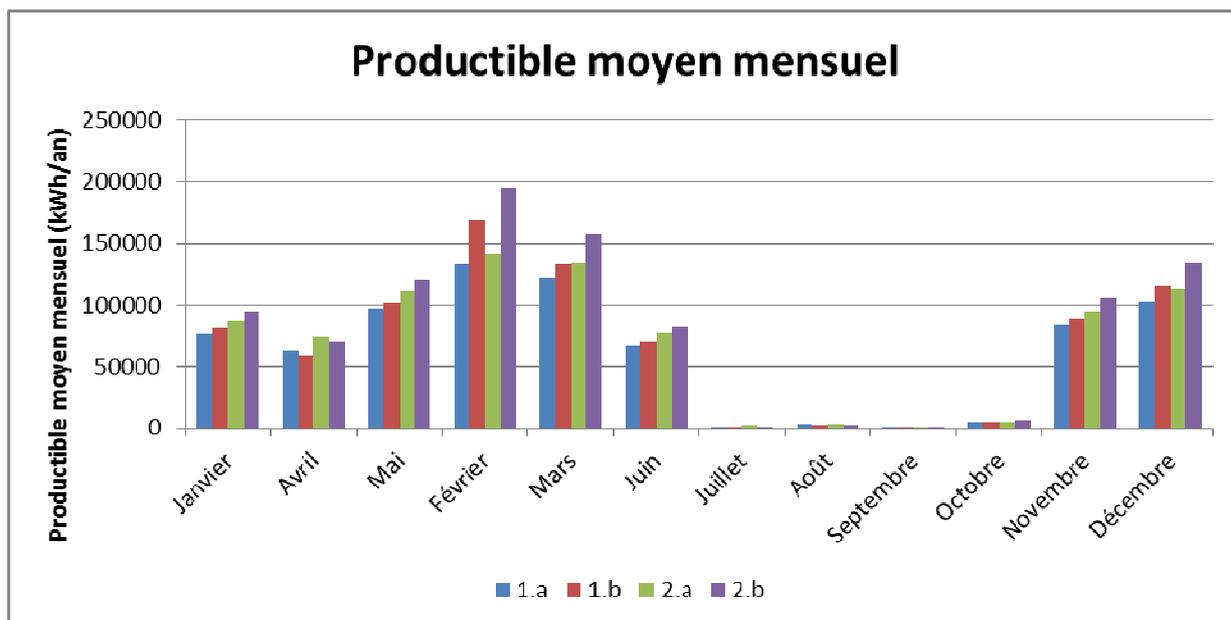


Figure 66 - Productible mensuel moyen en fonction du scénario

On observe que la ressource est au plus bas pendant les mois d'été ce qui limite grandement la production pendant ce laps de temps. Néanmoins l'avantage est que la production est synchronisée avec les besoins en énergie du territoire, plus gourmands en période hivernale pour le chauffage et les installations électriques des remontées mécaniques.

7.6.3 Méthodologie pour le calcul du chiffre d'affaire

La puissance de la microcentrale étant inférieure à 500 kW pour tous les scénarios, la production sera vendue au tarif d'obligation d'achat H16 d'EDF (arrêté du 13 décembre 2016).

La recette brute est donc calculée à partir du productible avec les tarifs à une composante et deux composantes. Le tarif retenu sera celui correspondant à la recette maximale.

Tarif base 2019	Puissance < 500 kW	
	Basse chute (≤ 30 m)	Haute chute (> 30 m)
Tarif à une composante	13,883 cts€/kWh	12,621 cts€/kWh
Tarif à deux composantes (hiver/été)	19,142 / 10,097 cts€/kWh	17,459 / 9,256 cts€/kWh

Figure 67 - Prix de vente du contrat H16 en 2019

NB : hiver = mois de novembre à mars inclus été = mois d'avril à octobre inclus

La production d'hiver étant supérieure à celle d'été sur l'année, c'est le tarif à 2 composantes « Haute chute » qui est retenu.

NB : les microcentrales « ne peuvent pas bénéficier d'un contrat d'achat si le producteur a reçu une aide financière de la part de l'État, de collectivités ou d'établissements publics pour la construction de son installation » (article 12 de l'arrêté du 13/12/2016).

7.6.4 Recettes prévisionnelles

Les recettes estimées sont les suivantes :

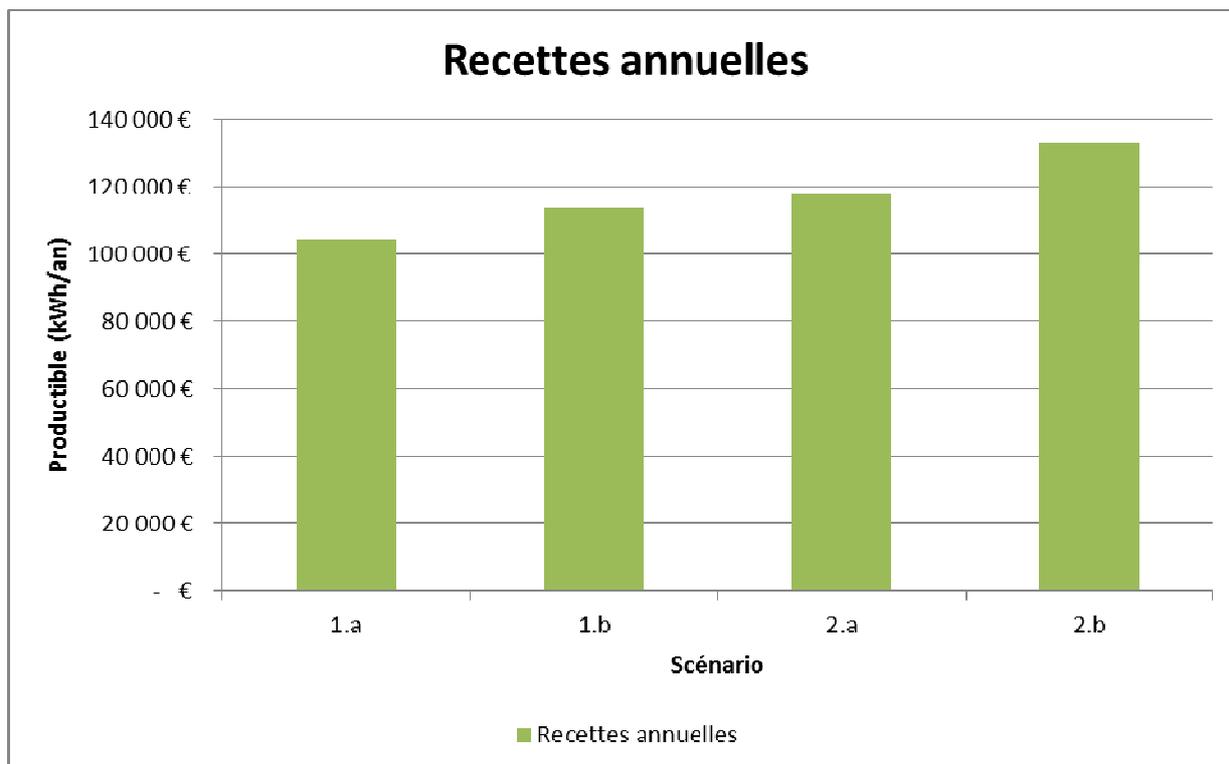


Figure 68 - Recette annuelle moyenne en fonction du scénario

		SCENARIO			
		1.a	1.b	2.a	2.b
Recette moyenne annuelle brute	[€/an]	104 500 €	113 403 €	117 480 €	132 901 €
Recette moyenne annuelle	[€/an]	105 000 €	113 000 €	117 000 €	133 000 €
Recette à 20 ans	[€/an]	2 100 000 €	2 260 000 €	2 340 000 €	2 660 000 €
Tarif H16 retenu	-	2 composantes	2 composantes	2 composantes	2 composantes

7.7 ÉVALUATION DES COÛTS D'EXPLOITATION

Les coûts d'exploitation annuels sont estimés à 15% du CA annuel, comprenant :

- Gestion technique et exploitation
 - Visite hebdomadaire
 - Maintenance courante

- Supervision et planification des visites des organismes de contrôle
- Programmation et suivi des opérations de grosse maintenance
- Réalisation et analyse des relevés des principaux paramètres de l’installation
- Intervention immédiate sur défaut
- Gestion administrative et comptable
 - Relations avec ENEDIS, l’Administration, les assurances, ...
 - Relations avec les fournisseurs (commandes, factures, ...)
 - Factures mensuelles à EDF
 - Rapport mensuel sur l’activité de la centrale (production, incidents, ...)
- Travaux de gros entretien : ce sont des travaux réalisés ponctuellement (remplacement de la roue, des roulements de la génératrice, des matériels électroniques obsolètes, ...), mais que les producteurs provisionnent annuellement pour environ 4% du chiffre d’affaire.
- Taxes appliquées en hydroélectricité :
 - Taxe foncière
 - Redevance agence de l’eau
 - Contribution économique territoriale (CET)
 - Imposition forfaitaire sur les entreprises de réseaux (IFER)
 - Taxe d’utilisation des réseaux publics d’électricité (TURPE)

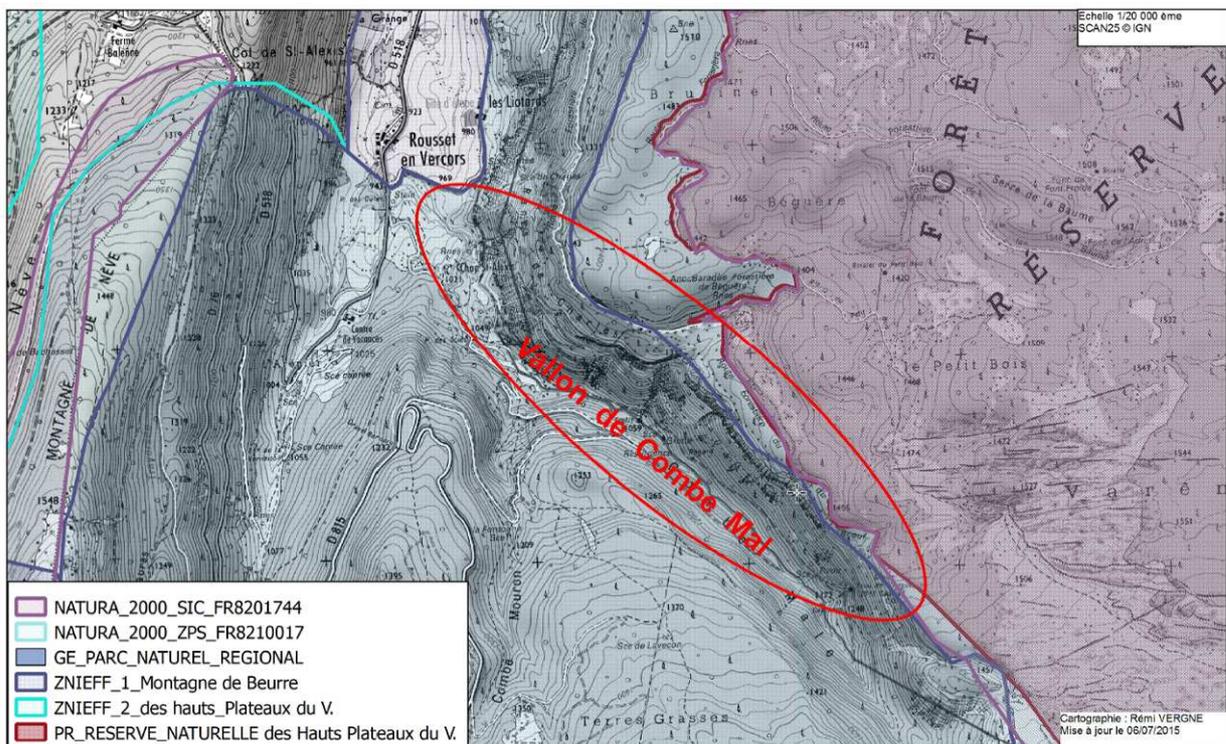
La main d’œuvre pour l’entretien courant des installations estimée à 1,5h par semaine

		SCENARIO			
		1.a	1.b	2.a	2.b
Coûts d’exploitation annuels	[€/an]	15 750 €	16 950 €	17 550 €	19 950 €

8

ASPECTS RÉGLEMENTAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX

8.1 SITUATION DU PROJET PAR RAPPORT AUX ZONES PROTÉGÉES



Bien que situé à proximité immédiate de la Réserve Naturelle Nationale des Hauts Plateaux du Vercors, la zone d'étude de travaux ne semble pas être à l'intérieur du zonage réglementaire de cette réserve nationale mais reste intégrée au parc naturel régional du Vercors.

Identiquement, bien qu'en bordure de la zone Natura 2000 « Hauts Plateaux et contreforts du Vercors Oriental » (Directive Habitat) et « Hauts Plateaux du Vercors » (Directive Oiseaux), la zone d'étude de travaux ne semble pas être à l'intérieur du zonage réglementaire de ces zones mais reste située à l'intérieur de la zone NATURA 2000 « Rebord Méridional du Vercors » (Directive Habitat)

8.2 NATURE ET CONSISTANCE DU DROIT D'EAU

L'eau transitant dans la conduite est actuellement autorisée pour la distribution de l'eau potable. L'arrêté de DUP est le suivant : Arrêté Inter préfectoral Drôme Isère N°02-2007 (26) et N° 2002-05517 (38).

Le prélèvement, autorisé au titre du code de la santé publique et du code de l'environnement (Loi sur l'Eau), est limité aux débits suivants :

- 32 m³/h (8,9 L/s) sur le captage du Trou de l'Aygue
- 18 m³/h (5 L/s) sur le captage des Neys

À ce titre, il est possible de turbiner les eaux utilisées pour cet usage. Il n'est donc pas nécessaire de disposer d'une nouvelle autorisation de prélèvement pour rester dans le cadre de ces débits.

Néanmoins, il peut se poser la question de la mise en cohérence de l'autorisation en cas de nouveau dispositif de captage.

Si la solution de turbinage est retenue, une nouvelle autorisation annexe devra être demandée.

8.3 ASPECTS FONCIERS

Selon les solutions retenues pour la réalisation du projet (tracé, maîtrise d'ouvrage, ...), des démarches de gestion du foncier seront à entreprendre (servitudes d'occupations temporaire pour la phase travaux, convention ou servitude de passage de canalisation, SUP, acquisition de foncier, division, ...)

8.4 ASPECTS URBANISMES

La réalisation d'une demande de permis de construire par un architecte sera à prévoir au plus tôt. Nous préconisons la réalisation de ce permis de construire en amont de la consultation travaux afin que les préconisations du PC puissent être imposées aux entreprises.

Le risque potentiel est que les entreprises répondant à l'appel d'offre proposent une autre volumétrie de local et oblige ainsi à la réalisation d'un permis de construire modificatif.

L'autre solution serait de laisser le permis de construire à réaliser par les entreprises dans le cadre des études d'exécution et d'instruire le PC pendant le délai de fabrication et approvisionnement des équipements électromécaniques (minimum 6 mois).

Il est à noter que le permis de construire est une pièce nécessaire à l'obtention de toute demande de raccordement électrique dans le cadre de la prestation à faire réaliser par ENEDIS c'est pourquoi il est intéressant de l'obtenir le plus tôt possible.

8.5 ASPECTS SANITAIRES

Selon les solutions retenues, les travaux vont venir mettre en place de nouveaux ouvrages sur le système d'adduction des eaux potables du syndicat.

En particulier, l'installation d'une turbine sur un réseau AEP est soumise à autorisation au titre de la santé publique. Une demande doit être adressée à l'ARS (Agence Régionale de la Santé).

Le dossier comprend 16 pièces, conformément au modèle diffusé en 2008 par l'AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments), dont une étude de risques (voir en annexe).

Des dispositions techniques doivent être prévues au niveau de la conception. En particulier :

- La turbine et tous les autres matériels (vannes, by-pass, ...) devront avoir une Attestation de Conformité Sanitaire (ACS).
- Les graisses et huiles éventuelles devront disposer d'une CLP (Conformité aux Listes Positives).
- Les parties métalliques de la turbine en contact avec l'eau, doivent avoir une composition et une teneur en impureté respectant les prescriptions réglementaires.

Les documents ci-dessous sont nécessaires pour la réalisation du dossier de l'autorisation sanitaire :

- L'arrêté préfectoral autorisant le prélèvement de l'eau pour la distribution d'eau potable,
- Les informations liées aux ouvrages et équipements (technologies, capacités, ...) ainsi que le nombre de personnes desservies,
- Un bilan de la qualité de l'eau sur les 5 dernières années.
- Un protocole de nettoyage et de désinfection du système après intervention technique et avant remise en route (si disponible).
- Les attestations de compétence des agents chargés d'exploiter l'installation de turbinage (si disponible).
- Les preuves de la mise en place d'un système de management de la qualité (certification exploitant).
- Les procédures d'alerte et d'intervention d'urgence en cas d'incident liées à l'usine de traitement.

8.6 REGLEMENTATION ENVIRONNEMENTALE : REALISATION D'UN OUVRAGE SOUTERRAIN, D'UN PRELEVEMENT ET DE CANALISATION

8.6.1 Forage

La **réalisation d'un forage** ou d'une prise d'eau dans le collecteur principal sera soumise au code de l'environnement au titre de la **nomenclature eau rubrique 1.1.1.0** :

« Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau :

(D) : projet soumis à Déclaration »

8.6.2 Prélèvement

En ce qui concerne le prélèvement, ce dernier est actuellement autorisé jusqu'à 8.9 L/s au niveau du Trou de l'Aygue et 5 L/s au niveau des Neys, soit un total de 13.9 L/s. Si une augmentation du débit de prélèvement doit être réalisée, elle sera soumise au code de l'environnement et à la nomenclature eau au titre de la Rubrique 1.1.2.0. :

« Prélèvements permanents ou temporaires issus d'un forage, puits ou ouvrage souterrain dans un système aquifère, à l'exclusion de nappes d'accompagnement de cours d'eau, par pompage, drainage, dérivation ou tout autre procédé, le volume total prélevé étant :

- 1° Supérieur ou égal à 200 000 m³ / an :

(A) : projet soumis à Autorisation

- 2° Supérieur à 10 000 m³ / an mais inférieur à 200 000 m³ / an :

(D) : projet soumis à Déclaration »

8.6.3 Travaux

Pour les travaux de réalisation de ce projet (ouvrage de prélèvement, génie-civil, bâtis et canalisations), si des arbres doivent être coupés, il sera également nécessaire de demander une **autorisation de défrichement au titre du Code forestier** auprès de la Direction Départementale des Territoires de la Drôme.

Quoiqu'il en soit, avant le dépôt d'une quelconque demande d'autorisation, un **dossier « cas par cas »** doit être transmis à l'Autorité Environnementale pour examen, afin de juger de la nécessité d'une évaluation environnementale (en fonction de la sensibilité environnementale du territoire et du risque d'impact du projet sur l'environnement et la santé humaine).

Ce dossier comprendra l'ensemble du projet, à savoir, la réalisation de la prise d'eau, d'une chambre de mise en charge, du linéaire de canalisation permettant de rejoindre la microcentrale ou le cas échéant uniquement le réservoir existant.

8.7 RÉGLEMENTATION ENVIRONNEMENTALE – DOSSIER LOI SUR L'EAU

Le dossier à réaliser reste dans le cadre de la catégorie des prélèvements sur les eaux souterraines. Les impositions de la DDT sur ce type d'ouvrage consisteraient en la mise en œuvre de comptages sur la ressource au niveau du captage et dans le prélèvement des

volumes uniquement nécessaire à l'usage autorisé (l'approvisionnement en eau potable et / ou turbinage).

Les survolumes captés doivent être reversés au milieu naturel au niveau du prélèvement pour éviter tout tronçon de cours d'eau by-passé. Dans le cas présent, il s'agira de définir le point de déversement au milieu naturel.

Une réunion de coordination avec l'autorité environnementale devra être menée en amont de la réalisation des études de maîtrise d'œuvre.

Il ne serait apparemment pas demandé un débit minimum en rejet au milieu naturel.

8.8 TRAVAUX EN ZONE NATURA 2000

La procédure réglementaire devra inclure la réalisation de travaux de ces zones protégées, procédure qui requiert potentiellement des inventaires faune flore sur l'ensemble de la zone impactée. Le personnel de la réserve naturelle pourra être sollicité pour la transmission d'information concernant les espèces animales et végétales recensées en ces lieux et les espèces protégées présentes à proximité.

8.9 TRAVAUX EN PERIMETRE DE PROTECTION AEP

Les contraintes liées à la réalisation de travaux dans le périmètre de protection immédiat devront être levées par les services de l'État. En effet, ces travaux ont pour objectif de sécuriser et pérenniser l'approvisionnement en eau potable du SIEAV.

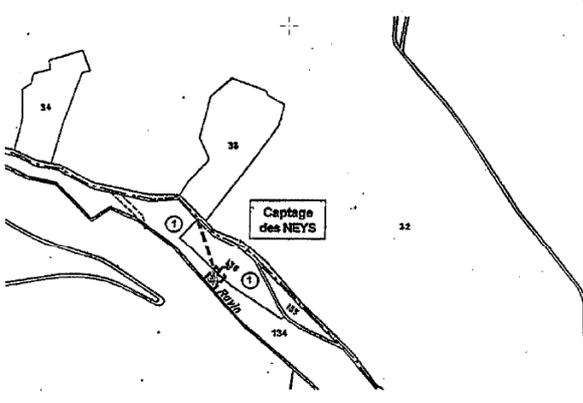
Concernant la définition des périmètres de protection, le déplacement de la localisation du prélèvement à quelques centaines de mètres en amont, ne modifie pas les conditions d'écoulement, ni d'alimentation de l'eau captée pour l'AEP. La fermeture de la grotte par la grille mise en place en 2002 devra être maintenue en l'état et gardera toute son efficacité.

La définition du périmètre de protection immédiate formulée en 1994 par Luc BELLEVILLE (hydrogéologue agréé), correspond à l'ensemble de la galerie pénétrable (aujourd'hui fermée par la grille).

La retranscription sous forme cadastrale dans l'arrêté de 2002, a défini une zone de 3930 m² devant le porche d'entrée de la grotte (en aval).

Même si le cadastre ne peut pas représenter le milieu souterrain et que la délimitation se trouve en aval du captage actuel, il n'y a pas lieu de modifier l'arrêté préfectoral.

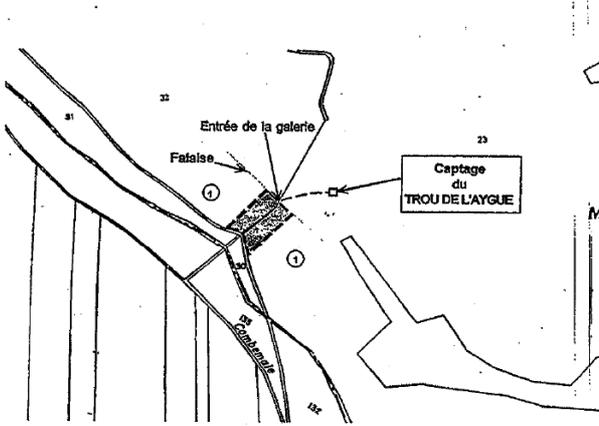
Département de la Drome
 Commune de Saint Agnan en Vercors
Captage de la source des NEYS
 S.I.E.A. du Vercors



Section E n°2
Périmètre de Protection :
 ■ Immédiate
 - - - - - Piste d'accès
 Rapprochée (Voir planche 1/10 000)
 Echelle : 1/5 000

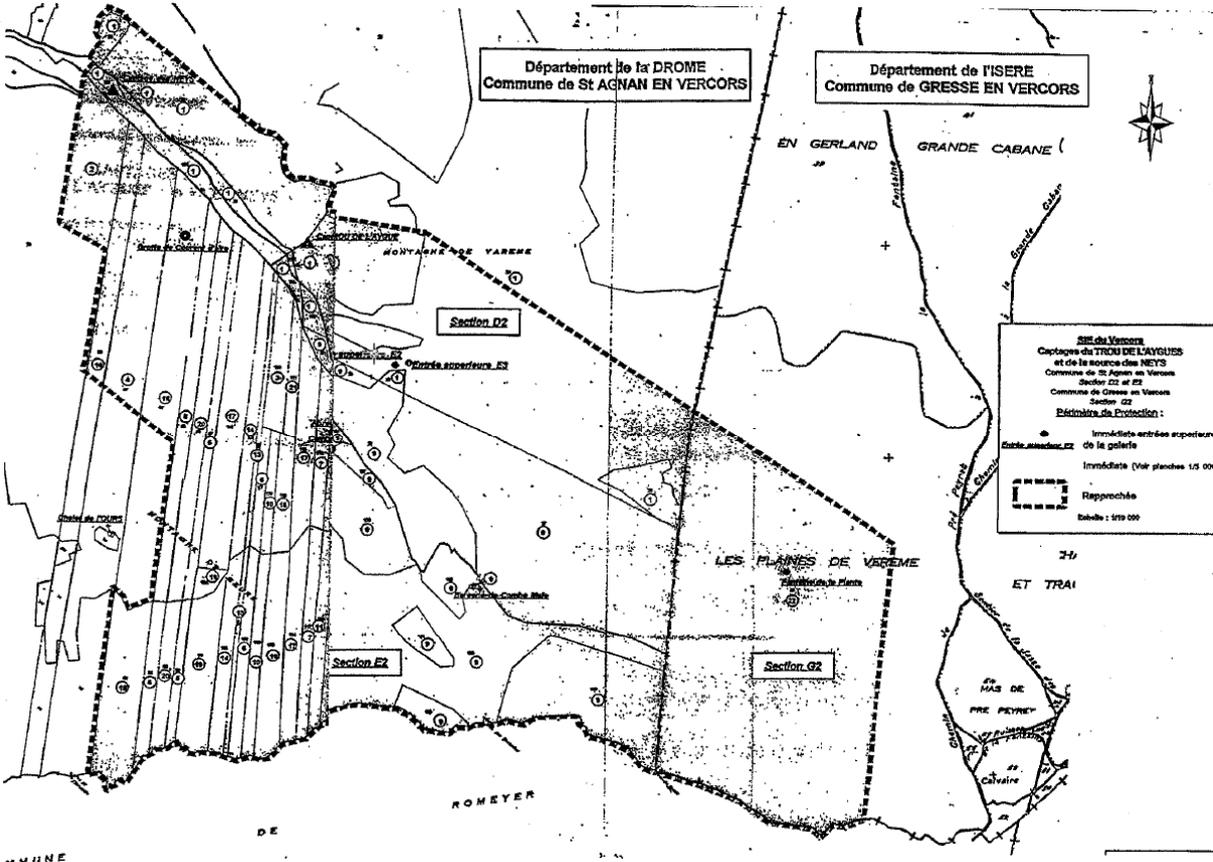
B.EAUR. S.A.
 26100 ROMANS

Département de la Drome
 Commune de Saint Agnan en Vercors
Captage de la source du TROU DE L'AYGUE
 S.I.E.A. du Vercors



Section D n°2
Périmètre de Protection :
 ■ Immédiate et voir planche 1/10 000
 Rapprochée (Voir planche 1/10 000)
 Echelle : 1/5 000

B.EAUR. S.A.
 26100 ROMANS



SIEAV de Vercors
 Captages du TROU DE L'AYGUE
 et de la source des NEYS
 Commune de St Agnan en Vercors
 Section D2 et E2
 Commune de Gresse en Vercors
 Section G2
Périmètre de Protection :
 ● Immédiate entrées superficielles
 de la galerie
 ■ Immédiate (Voir planches 1/5 000)
 ■ Rapprochée
 Echelle : 1/25 000

9

SYNTHESE FINANCIERE ET PROPOSITION

9.1 MONTANT DES INVESTISSEMENTS

Le récapitulatif du coût des travaux de l'opération est présenté dans le tableau ci-dessous.

L'estimation est considérée comme une première approche en l'absence d'études géotechniques et de levés topographiques.

Aussi, des hypothèses ont été retenues pour les chiffrages et dimensionnement notamment pour évaluer en première hypothèse les travaux à réaliser. Ces hypothèses sont généralement présentées dans chacune des parties techniques ci-dessus.

L'estimation financière correspond à un niveau d'étude préliminaire et présente ainsi l'évaluation par principaux postes à $\pm 15\%$ d'aléas.

Les évaluations présentées résultent des bases de prédimensionnement exposées précédemment, du niveau d'étude actuel, de consultations réalisées auprès de fournisseurs et de l'application de quantités prévisionnelles au catalogue des prix des bureaux d'étude du groupement.

Les coûts annoncés sont des coûts travaux. Ces coûts n'intègrent pas l'ensemble des dépenses inhérentes à l'opération type études complémentaires, CSPS, maîtrise d'œuvre, essais, ... Le chiffrage détaillé est fourni en annexe.

		Scénario 0	Scénario 1	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2
			1.a	1.b	2.a	2.b
Scénario turbines (limitation puissance)						
Cout d'investissement Travaux						
	Lot turbine	- €	736 000 €	736 000 €	736 000 €	736 000 €
	Limitation puissance à 250 kVA	-	240 000 €	-	184 000 €	-
	Lot canalisation	407 000 €	925 000 €	925 000 €	1 186 000 €	1 186 000 €
	Lot forage	296 000 €	391 000 €	391 000 €	391 000 €	391 000 €
	Option Captage type actuel	idem	idem	idem	idem	idem
TOTAL HT TRAVAUX		703 000 €	1 812 000 €	2 052 000 €	2 129 000 €	2 313 000 €
Cout d'opération						
	Raccordement turbine ENEDIS	- €	35 000 €	35 000 €	50 000 €	50 000 €
	Relevé Topographique	10 000 €	10 000 €	10 000 €	20 000 €	20 000 €
	Démarche réglementaire	5 000 €	20 000 €	20 000 €	20 000 €	20 000 €
	Étude géotechnique	5 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €
	Maitrise d'œuvre	50 000 €	144 000 €	144 000 €	162 000 €	162 000 €
	Permis de construire	- €	6 500 €	6 500 €	6 500 €	6 500 €
	Contrôleur technique	2 000 €	8 000 €	8 000 €	8 000 €	8 000 €
	Coordonnateur SPS	2 000 €	8 000 €	8 000 €	8 000 €	8 000 €
TOTAL HT cout annexes		74 000 €	246 500 €	246 500 €	289 500 €	289 500 €
TOTAL HT OPERATION INVEST		777 000 €	2 058 500 €	2 298 500 €	2 418 500 €	2 602 500 €
Recettes d'exploitation turbines						
	Annuel	- €	104 000 €	113 000 €	116 000 €	132 000 €
	Exploitation sur 20 ans	- €	2 080 000 €	2 260 000 €	2 320 000 €	2 640 000 €
Cout d'exploitation turbines						
	Annuel	- €	15 600 €	16 950 €	17 400 €	19 800 €
	Exploitation sur 20 ans	- €	312 000 €	339 000 €	348 000 €	396 000 €
TOTAL HT OPERATION sur 20 ans		777 000 €	290 500 €	377 500 €	446 500 €	358 500 €

9.2 COMPARAISON DES SCÉNARII ET CLÉ DE RÉPARTITION EAU POTABLE / TURBINAGE

L'analyse suivante a été menée sur une **durée de 20 ans, durée maximale du contrat d'obligation d'achat d'EDF au tarif subventionné.**

Sur la base des hypothèses de simulation prises, le tableau ci-dessus permet de se rendre compte que dans sa globalité, sur cette durée de 20 ans, aucun des scénarii n'est « rentable ».

Néanmoins, celui qui apparaît comme ayant le bilan le moins déséquilibré sur cette durée reste le projet le moins couteux en investissement soit le scénario 1.a.

Néanmoins, il est important de prendre en compte que ce projet n'intègre pas l'autofinancement de la partie Eau Potable ni les potentielles subventions allouables au projet.

Concernant les subventions et afin de ne pas compromettre la revente au tarif H16, il est considéré que les subventions sont allouables uniquement sur la partie eau potable.

Dans une optique de **rendre l'opération de turbinage financièrement viable et l'opération globale profitable pour tous (syndicat comme maître d'ouvrage turbinage)**, il faudrait prendre le parti de maximiser la part relative à l'eau potable. Dans ce cas, afin d'équilibrer financièrement l'opération de turbinage sur 20 ans, il faudrait que le reste à charge de l'opération globale soit pris en charge par le syndicat pour la partie AEP, part sur laquelle des subventions seraient à demander (voire demander des subventions sur la totalité initiale de l'opération sans turbinage).

Dans ce cas, le retour sur investissement de la partie turbine est de 20 ans et l'opération eau potable est moins importante financièrement que sa stricte réalisation seule, sans le projet de turbines.

Subventions à 30 % de la part AEP :

	Scénario 0	Scénario 1	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2
Scénario turbines (limitation puissance)		1.a	1.b	2.a	2.b
TOTAL HT OPERATION sur 20 ans	777 000 €	290 500 €	377 500 €	446 500 €	358 500 €
Part AEP	777 000 €	290 500 €	377 500 €	446 500 €	358 500 €
Subvention AEP (30%)	233 100 €	87 150 €	113 250 €	133 950 €	107 550 €
Part invest AEP après subvention	543 900 €	203 350 €	264 250 €	312 550 €	250 950 €
Part invest turbinage hors AEP	- €	1 768 000 €	1 921 000 €	1 972 000 €	2 244 000 €
Temps de retour sur investissement		20,0	20,0	20,0	20,0
Bilan financier turbines à 20 ans	- €	- €	- €	- €	- €

Maximisation des subventions (30% de l'opération AEP sans turbines) :

	Scénario 0	Scénario 1	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2
Scénario turbines (limitation puissance)		1.a	1.b	2.a	2.b
TOTAL HT OPERATION sur 20 ans	777 000 €	290 500 €	377 500 €	446 500 €	358 500 €
Part AEP	777 000 €	290 500 €	377 500 €	446 500 €	358 500 €
Subvention AEP (30%)	233 100 €	233 100 €	233 100 €	233 100 €	233 100 €
Part invest AEP après subvention	543 900 €	57 400 €	144 400 €	213 400 €	125 400 €
Part invest turbinage hors AEP	- €	1 768 000 €	1 921 000 €	1 972 000 €	2 244 000 €
Temps de retour sur investissement		20,0	20,0	20,0	20,0
Bilan financier turbines à 20 ans	- €	- €	- €	- €	- €

9.3 SUBVENTIONS ALLOUABLES

9.3.1 Territoire à Energie Positive pour la Croissance Verte

Dans le cadre du programme « Territoire à énergie positive pour la croissance verte (TEPCV) », la communauté de communes et le parc naturel n'ont pas mentionné d'opération de production d'hydroélectricité par turbinage. Aussi, ce projet ne serait pas éligible à une subvention par ce biais et sur cette thématique.

9.3.2 Tarif d'achat de l'électricité produite

L'obtention de subventions publiques pour soutenir l'investissement de ce type d'infrastructure est contraire à une valorisation de l'électricité produite au tarif de l'obligation d'achat (tarifs d'achats subventionnés).

La production devrait être vendue dans ce cas au tarif marché.

Information suite à la publication du rapport de la CRE de Janvier 2020 « Coûts et rentabilités de la petite hydroélectricité en métropole continentale » : le rapport de la Commission de régulation de l'Énergie (CRE) concernant la filière Petite hydroélectricité formule des recommandations quant à l'actuel tarif H16. La CRE n'est pas décisionnaire mais ses recommandations sont prises en compte par les instances décisionnaires pour l'élaboration des mécanismes de soutien.

Dans le cas du présent projet, il existe une possibilité que le tarif H16 soit abandonné avant que la demande de tarif ne soit déposée, celle-ci étant postérieure à l'obtention de l'autorisation environnementale de la centrale hydroélectrique.

Actuellement, il n'existe pas d'information permettant d'estimer les futurs tarifs. Cependant, au vu des caractéristiques de l'aménagement envisagé (puissance, rentabilité, temps de fonctionnement), il semblerait que les tarifs resteront intéressants et proches des tarifs existants.

9.3.1 Région Rhône Alpes

La région peut subventionner ce type d'installation. Avec le nouveau périmètre (Auvergne et Rhône-Alpes), le taux d'aide serait de 15% hors canalisations.

Cette aide semble cumulable, cependant, la subvention de la Région est soumise à des critères de rentabilité. Dans le cas présent, elle ne permettrait pas d'en bénéficier.

9.3.1 Dotation de l'État

La Dotation d'Équipement des Territoires Ruraux (DETR), créée en 2011, a pour vocation de répondre aux besoins d'équipements des collectivités.

La DETR est une dotation de l'État destinée aux territoires ruraux. Elle permet d'aider des projets d'investissement. Les subventions DETR permettent la réalisation de projets dans le domaine économique, social, environnemental et touristique ou favorisant le développement ou le maintien des services publics en milieu rural.

Une commission d'élus est chargée chaque année de fixer les catégories d'opérations éligibles et les taux y afférant. Les dossiers de demandes sont à déposer en début d'année en préfecture.

Sur ce type de projet, une subvention pourrait être accordée pour le syndicat et uniquement pour la partie l'intéressant dans le cadre de la politique de protection des captages d'eau potable.

Apparemment les projets de renouvellement de canalisation ne seraient pas subventionnables

9.3.2 Agence de l'eau RMC

La politique de l'agence de l'eau dans le cadre de son nouveau programme d'intervention ne semble pas pouvoir assister le syndicat dans cette opération malgré que sa mise en place puisse avoir des effets importants sur la réduction des fuites de la canalisation actuelle et potentiellement sur la remise en place des trop pleins au niveau des captages (voire restitution de débits réservés en soutien d'étiage sur le ruisseau de Combe Male).

Il serait intéressant de convier une personne de l'agence à la présentation de ce projet pour connaître officiellement leur position sur ce projet.

9.3.3 Département

Identiquement à l'agence de l'eau, la politique du département dans le cadre de son programme d'intervention ne semble pas pouvoir assister le syndicat dans cette opération, il serait néanmoins intéressant de convier une personne du département à la présentation de ce projet pour connaître officiellement leur position sur ce projet.

10

MONTAGE JURIDIQUE ET CONTRACTUEL

L'enjeu de la partie Turbine est le choix de la maîtrise d'ouvrage et de son financement.

10.1 PORTEUR DE PROJET ET MAITRISE D'OUVRAGE TURBINES

Différents maîtres d'ouvrage peuvent être imaginés à l'heure actuelle :

- Le SIEAV
- La CCRV
- Partenaire privé
- Partenaire « associatif » via Appel à Manifestation d'Intérêt ou autre montage juridico-financier.

Étant donné le double enjeu d'alimentation et eau potable et de production d'énergie renouvelable, il apparaît logique que ce projet soit un projet de territoire et que ce soit un organisme public local qui le porte.

Afin de faciliter la réalisation du projet et de limiter les contraintes en phase d'exploitation, il apparaît que la solution d'une maîtrise d'ouvrage unique par le SIEAV soit la solution idéale.

10.2 FINANCEMENT

Étant donné le trop long retour sur investissement de ce projet, il paraît peu probable qu'un investisseur financier soit intéressé par le projet (généralement ce type d'investisseur cherche un retour sur investissement de l'ordre de 7 à 10 ans voire 12 ans maximum).

D'autre part, vu la situation économique actuelle, les organismes publiques (communes, syndicats, Intercommunalités) jouissent toujours d'une position enviable dans l'obtention de prêt financier à taux très faibles.

Il apparaît ainsi que la solution d'une partie « turbinage » portée par le SIEAV ou l'intercommunalité qui reprendra la compétence soit la solution idéale.

Enfin, il est toujours envisageable d'avoir recours à un marché public de concession voire de conception construction exploitation et financement

Il reste néanmoins à confirmer qu'il est possible de d'engager pour une durée de concession de 15 à 20 ans voire plus.

10.3 MARCHÉ PUBLIC

Cette thématique sera débattue ultérieurement mais il sera conservé l'idée que ce choix est dépendant du choix fait sur les deux paragraphes ci-dessus.

- Si le SIEAV et la CCRV sont les MOA « turbine » et qu'ils engagent eux même le financement, il pourrait être envisagé un marché public de travaux classique.
- Si le SIEAV et la CCRV sont les MOA « turbine » et qu'ils ne souhaitent pas engager eux même le financement, il pourrait être envisagé un marché public de « Construction, Exploitation, Financement ».
- Enfin, si le MOA « turbine » n'est pas le syndicat ou l'intercommunalité, une convention spécifique devra être signées pour définir le cadre des prestations, financement, recette et responsabilité de chacun.

11

PLANNING PREVISIONNEL DE REALISATION

Le planning prévisionnel suivant est établi :

- Réalisation du levé topographique (8 semaines) : _____ Avril 2020
- Réalisation étude géotechnique (8 semaines) : _____ Avril 2020
- Notification BdC MOE : _____ Début Mai 2020
- Etudes AVP : _____ Mai 2020
- Etudes PRO : _____ Juin 2020
- Rédaction et instruction dossier DLE DDT (15 mois) : Juillet 2020 à Sept. 2021
- Obtention des autorisations de servitude de passage (5 mois) : Avril à Sept. 2020
- Rédaction DCE : _____ Juillet 2020
- Consultation Lot Canalisation et ouvrages : _____ Août à Septembre 2020
- Consultation Lot Turbinage : _____ Août à Septembre 2020
- Rédaction et instruction dossier de raccordement ENEDIS – Proposition Technique et Financière (3 mois) : _____ Juillet à Septembre 2020
- Rédaction et instruction dossier de raccordement ENEDIS – Convention de Raccordement (9 mois) : _____ Octobre 2020 à Juin 2021
- Analyses des offres (1 mois) : _____ Octobre 2020
- Lot Canalisation (planning à confirmer selon la volonté d'engager les travaux avant l'hiver) :
 - Notification Marché : _____ Novembre 2020 (ou Janvier 2021)
 - Réalisation des études d'exécution (1 mois) Décembre 2020 (ou Février 2021)
 - Réalisation des travaux (4 mois) ____ Janvier à Mars 2021 (ou Juin 2021)
- Lot Turbinage :
 - Notification Marché : _____ Octobre 2021
 - Réalisation des études d'exécution (1 mois) _____ Novembre 2021
 - Délai d'approvisionnement (6 mois) : _____ Décembre à Mai 2022
 - Réalisation des travaux (2 mois) _____ Juin à Juillet 2022
- Travaux ErDF – Raccordement (3 mois - estimatif) : Juillet 2021 à Septembre 2021

12

DONNEES COMPLEMENTAIRES A RECHERCHER

- Levé topographique
- Étude géotechnique
- Traçage de la canalisation actuelle
- Diagnostic amiante et plomb des ouvrage actuels à modifier ou à démolir (dessableur, brises charges, réservoir Saint Alexis)
- Suivi de la production de la Sources des Neys
- Étude ENEDIS
- Point juridique sur statut SIEAV pour production électrique.

ANNEXE 1 : SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DES OUVRAGES EXISTANTS

ANNEXE 2 : SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DES FUTURS OUVRAGES