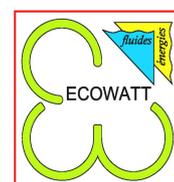


ALIMENTATION ENERGETIQUE AUTONOME DU REFUGE DU LAC D'ALLOS



ETUDE DE FAISABILITE

DECEMBRE 2012



1 - CARACTERISTIQUES DU SITE

Le refuge-hôtel du LAC D'ALLOS est situé dans le parc national du MERCANTOUR sur un versant orienté au sud est au bord du lac d'Allos.

Altitude du refuge : 2237 m

Zone climatique: H1

Période d'ouverture : 15 juin - 15 septembre

Capacité d'accueil actuelle : 80 couverts, 40 lits

1.1 Centrale existante

Le site est actuellement équipé d'une picoentrale autorisée par arrêté préfectoral du 21 juin 1993.



Vue en contre-bas de l'abri de la centrale



Turbine Banki et générateur

La centrale possède les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de chute brute 19 m
- Débit maxi turbinable autorisé 120 l/s
- Conduite forcée fonte de diamètre 250 mm intérieur, longueur 54 m
- Puissance électrique 12 kVA

TURBINE

- Turbine de type BANKI modèle JLA29 10-7AV sur châssis débit nominal 113 l/s (limité à 100l), puissance sur l'arbre 14,5kW, vitesse nominale 636 tr/mn, vitesse d'emballement 1144 tr/mn, poids 120kg, montée sur contre cadre galvanisé posé au sol.
- Ouverture à commande par vérin hydraulique basse pression et fermeture de sécurité par contre poids et électrovanne à ouverture par manque de tension

TRANSMISSION

- Transmission à l'alternateur, rapport de transmission 2,35 :
 - ~ poulie turbine à 70 dents, pas de 8mm, largeur 62mm
 - ~ poulie alternateur à 30 dents, pas de 8mm, larg. 62mm
 - ~ courroie dentée, long. 2400mm, pas de 8mm, larg. 62mm

ALTERNATEUR

- Alternateur câblé en monophasé, 50Hz, 230V, 1500 tr/mn, 16kVA (déclassé à 12kVA pour altitude 2240m), montage B34, type AA41.1M2, indice de protection IP 21, survitesse maxi 2250 tr/mn, protection électrique par disjoncteur différentiel.

ELECTRICITE

- Armoire électrique en acier époxy placée dans le refuge, avec télécommande de vanne à distance
- Régulation de fréquence par triacs agissant sur résistances ballast placées dans un chauffe-eau sanitaire
- Câbles de liaisons électriques : puissance 4x35mm² aluminium, télécommande 7x1,5mm² cuivre

1.2 Etat de la centrale existante

La picoentrale existante est en bon état de marche.

Captage :

Le captage a été réalisé à l'altitude 2191m par dérivation en surface environ 15m en aval de la résurgence du lac. L'eau est ensuite dirigée vers un canal de décantation par une canalisation en PVC de 400m sur une douzaine de mètres de longueur puis, par-dessus un seuil, dans un bassin de mise en charge de la conduite forcée.



Prise d'eau et extrémité de la conduite d'amenée



Grille de filtration et vanne guillotine



Intérieur du décanteur

Le bassin de décantation comporte un seuil de trop plein avec canal de retour vers le torrent, une vanne de vidange, une grille de filtration. La chambre de mise en charge de la conduite forcée possède un orifice muni d'un bouchon en PVC qui permet la vidange de la chambre en hiver.

Les ouvrages maçonnés sont en bon état ; les supports métalliques, non protégés contre la corrosion, de la couverture en pierre sèche du canal de décantation sont précaires : les pierres peuvent glisser entre les supports.

Remarque importante : l'absence d'un ouvrage avec seuil fixe pour la prise d'eau ne permet pas de mesurer le débit réservé. Il n'est pas possible en l'état actuel du captage de respecter l'article 5 de l'arrêté préfectoral qui prévoit un "dispositif de mesure" de ce débit.

Conduite :

La conduite forcée en fonte ductile de diamètre nominale 250mm est en bon état mais elle est peu enterrée et présente un affleurement à la surface du sol à son extrémité inférieure avant la pénétration dans le local technique. Ceci n'a pas jusqu'à ce jour gêner l'exploitation de la centrale qui est arrêtée en hiver.

Le canal de fuite de la centrale, très en pente, est constitué de baliveaux de mélèze juxtaposés pour éviter l'érosion de la berge du torrent au pied du local technique.



Extrémité inférieure de la conduite



Canal de fuite de la centrale

Turbine :

La turbine est de type Banki, son corps en fonte repose sur un châssis en acier galvanisé le rotor est en acier mécanosoudé, galvanisé et revêtu époxy. L'arbre de la turbine pivote sur des paliers à rouleaux avec graisseurs. Des taches importantes de surplus de graisse des paliers, au sol et sur les murs, sont susceptibles de polluer l'eau et l'environnement immédiat de l'abri de la centrale.

La transmission entre la turbine et l'alternateur se fait par poulies courroie denté au pas de 14mm.

A noter l'absence de carter de protection sur la transmission par poulie courroie qui présente un danger pour l'exploitant de la centrale notamment pendant les opérations de graissage des paliers de turbine (graisseurs situés derrière la poulie principale)



Armoire électrique :

Le coffret de la centrale abrite le disjoncteur principal et les relais de télécommande de la centrale depuis le refuge.

Une alimentation secourue par batterie permet le démarrage à distance grâce à une pompe hydraulique à moteur à courant continu.

L'armoire électrique du refuge a été câblée à l'origine en triphasée (présence de 3 ampèremètres non opérationnels en façade) puis modifiée en monophasée pour faciliter l'équilibrage des appareils consommateurs électrique du refuge. Cette disposition présente l'inconvénient d'augmenter la chute de tension entre la centrale et le refuge. L'armoire est placée dans une montée d'escalier et son accès est malaisé pour les opérations de maintenance. Les installations électriques du refuge en aval du tableau sont précaires et présentent des non-conformités notamment sur le système d'inversion de source.



Coffret électrique de la centrale



Armoire électrique dans le refuge

Le ballast pour dissipation de l'énergie électrique excédentaire de la centrale est placé dans un chauffe-eau sanitaire de 400L équipé de thermoplongeurs à résistances blindées dont l'entartrage est très rapide. Les thermoplongeurs ont déjà été remplacés plusieurs fois et les trous taraudés de montage sur le chauffe-eau sont complètement corrodés. L'accès au chauffe-eau placé sous un escalier est difficile.



Résistances ballast entartrées du chauffe-eau



En raison de la ressource limitée en eau potable sur le site et pour éviter le délestage de l'eau chaude lorsque la température du ballon est atteinte, un aérotherme a été installé dans la salle de restaurant pour préchauffer l'air.

2 - SITUATION ENERGETIQUE DU REFUGE

2.1 - BESOINS DE PUISSANCE

Les besoins électriques actuels du refuge sont majoritairement couverts par la petite centrale hydroélectrique réalisée en 1994. Cependant un groupe électrogène vient compléter l'approvisionnement en électricité lorsque le débit de surverse du lac devient insuffisant pour alimenter la centrale (mois d'août et septembre).

L'activité de restauration se caractérise par des besoins de puissance importants de courte durée pendant les heures de service et par les impératifs sanitaires de non rupture de la chaîne du froid.

L'accès au refuge par une piste très étroite et accidentée, empruntée simultanément par les marcheurs, limite les possibilités (véhicule 4x4 polluant) d'approvisionnement en combustibles et carburant (actuellement bois, gaz et fioul)

La puissance nécessaire au fonctionnement du refuge est actuellement de 12kW en tenant compte du foisonnement et de la gestion de fonctionnement des appareils (appareils de cuisson, machines à boisson, lavage, éclairage, électrodomestique, ventilation, ...)

Dans le projet de rénovation du refuge, la recherche systématique de matériel très performant (classe A) pour tous les usages de l'électricité doit permettre de réduire cette demande globale de puissance.

Cependant les nouvelles contraintes en matière de sécurité (désenfumage, éclairage de sécurité,...), d'hygiène (renouvellement d'air réglementaire, traitement d'eau, ...) et d'environnement (moindre recours au groupe électrogène) vont exiger des besoins complémentaires qui doivent être satisfaits de façon pérennes tout au long de la saison.

La présente étude de centrale est donc établie sur la base d'une puissance électrique de 12 kW fournie au refuge.

2.2 - BESOINS D'ENERGIE

L'installation actuelle étant dépourvue de compteur d'énergie, on ne connaît pas exactement la consommation d'énergie du refuge.

Moyennant un délestage des usages électriques non prioritaires, on peut néanmoins assurer que, si la puissance de la centrale est disponible pendant toute la saison, la totalité des consommations électriques du refuge peuvent être couvertes par la centrale hydro-électrique sans recours au groupe électrogène dont le rôle serait alors limité au secours en cas de panne de la centrale.

La production électrique étant continue, les besoins de chaleur pour la production d'eau chaude sanitaire et le préchauffage d'air neuf pour la ventilation peuvent aussi être couverts intégralement par la centrale grâce au stockage de chaleur et d'eau chaude sanitaire pendant les heures de moindre usage de l'électricité.

Avec une bonne gestion du fonctionnement des appareils du refuge, l'autonomie énergétique peut donc être complète (hors appareils de cuisson au gaz) sur le site grâce à la picocentrale.

3 – PROPOSITION D'AMELIORATION DE LA PRODUCTION

3.1 POTENTIEL HYDRO-ELECTRIQUE DU SITE

Le lac d'Allos est alimenté par un bassin versant de 5,41 km² et le "trop plein" naturel du lac se fait par voie souterraine qui débouche à environ 400 m du refuge pour alimenter le torrent "Le Chadoulin".

Les 200 premiers mètres de ce torrent en aval de la résurgence présentent une pente importante (40% environ). Le cours d'eau serpente ensuite sur le replat du Plateau du Laus pour reprendre ensuite une pente plus marquée.

Puissance brute du site :

Si on exploite la hauteur de chute complète entre la résurgence et le plateau du Laus, la puissance brute disponible sur ce site est largement supérieure aux besoins du refuge.

Hydrologie :

D'après les débits du Chadoulin mesurés pendant 10ans au pont situé à proximité de la source des Chiens, et par corrélation en fonction du bassin versant autour du lac, on peut estimer les débits à la prise d'eau de la centrale aux valeurs mensuelles moyenne et extrêmes suivantes :

Pour toute l'année :

Débit L/s	moyen	mini	maxi
Janvier	106	47	199
Février	77	43	197
Mars	73	36	188
Avril	88	41	196
Mai	238	166	347
Juin	302	235	380
Juillet	285	222	369
Août	251	146	337
Septembre	232	121	309
Octobre	221	64	291
Novembre	204	77	279
Décembre	151	61	229
Année Qma	187	36	380

Le module ou débit moyen interannuel au point de résurgence est de 187 l/s

Le débit minimum, correspondant à l'étiage des mois d'hiver est de 36l/s

Le débit maximum situé à la fin de la période de fonte des neiges en juin de chaque année peut atteindre 380l/s

Le rôle régulateur du lac apparaît dans la faible variation journalière des débits et dans l'absence de crue violente en période de pluie intense.

Pour la saison d'été :

Débit l/s	moyen	mini	maxi
Juin	302	235	380
Juillet	285	222	369
Août	251	146	337
Septembre	232	121	309
Saison	268	121	380

L'étiage apparaît en fin de saison mais peut apparaître dès le mois d'août lorsque les chutes de neige de l'hiver précédent sont faibles (ce qui a été le cas de l'année 2012)

Le débit réservé imposé par arrêté préfectoral est actuellement de 50L/s soit 27% du module.

Pour garantir la puissance produite sur toute la saison estivale même en cas de sécheresse et permettre ainsi une exploitation aisée du refuge, non tributaire des aléas climatiques, il faut que le débit d'équipement de la nouvelle centrale soit inférieur au débit d'étiage diminué du débit réservé.

Compte tenu des rendements énergétiques (turbine, transmission, générateur, distribution électrique, ...) d'une installation de petite puissance, la puissance de 12kW électrique nécessaire au refuge peut être obtenue, si on exploite la quasi-totalité de la hauteur de chute du site (56m), avec un débit turbiné de 40l/s.

En augmentant la hauteur de chute, le débit nécessaire au fonctionnement du refuge peut donc être réduit au tiers du débit d'équipement de la centrale actuellement autorisé (120l/s). L'impact de la centrale sur le débit dérivé s'en trouve réduit tout en améliorant la continuité d'approvisionnement en électricité et l'autonomie énergétique du refuge.

4 – NOUVEL EQUIPEMENT HYDRO-ELECTRIQUE

Les équipements décrits ci-après sont dimensionnés pour un débit d'eau turbiné de 40l/s sous une hauteur de chute brute de 56m.

4.1 CAPTAGE

Sauf nécessité de mesure du débit réservé, le captage actuel peut être conservé avec quelques réparations et la mise en place d'une grille plus fine en tête de conduite forcée.

4.2 CONDUITE FORCEE

La conduite forcée de diamètre 250 mm (longueur 54 m) en fonte ductile est en très bon état et peut être réutilisée pour la nouvelle centrale et prolongée en diamètre 200mm.

Une vanne de pied de conduite sera installée pour pouvoir isoler la nouvelle turbine pour les opérations de maintenance et une vanne de dérivation sera placée au point bas de la conduite pour la vidange hivernale.

Le tracé de la nouvelle conduite peut cheminer sur la berge approximativement au niveau du sentier existant le long du torrent (voir plan de masse et schéma hydraulique en annexe).

La pose de la conduite le long du torrent est une partie délicate du chantier.

Deux méthodes sont possibles pour réaliser l'enfouissement de la canalisation :

- Terrassement manuel de faible profondeur pour limiter l'impact du chantier et faciliter la remise en état du site après intervention avec une grosse difficulté en cas d'affleurement rocheux compact à traverser.
- Terrassement à la mini pelle avec une emprise plus large (passage de l'engin), un plus grand risque de déstabilisation de la berge et une remise en l'état du site plus longue et difficile après intervention.

La méthode manuelle est le plus sûr moyen de limiter les dégâts mais nécessitera plus de temps de mise en œuvre.

4.3 MICRO-CENTRALE

La microcentrale pourra être composée de :

- un châssis-bâche en tôle acier inox pour ne pas nécessiter de travaux d'entretien de peinture
- une turbine de type PELTON avec dispositif de réglage du débit motorisé et déflecteur de sécurité
- un alternateur triphasé 400 V 50Hz, 20kVA (puissance utile déclassée à 16kVA en raison de l'altitude)
- une transmission par poulies – courroies dentée pour adapter la vitesse de la turbine à celle de l'alternateur
- un servomoteur pour mise en service, arrêt et réglage de la centrale depuis le refuge.

La centrale sera placée dans un petit abri adossé à la pente contre un gros rocher.

Pour garantir un bon isolement acoustique, cet abri devra être réalisé en dur.

La ligne électrique qui achemine la puissance vers le refuge sera prolongée jusqu'au nouvel abri et sera protégée par un disjoncteur magnétothermique à déclencheur différentiel 300mA sélectif.

La production sera en triphasé 400V pour limiter la chute de tension en ligne.

L'installation électrique à l'intérieur du refuge pourra être de conception identique à celle d'un refuge raccordé au réseau ERDF et comportera les mêmes types de protections contre les surcharges, les court-circuits ou les défauts d'isolement.

Le neutre de l'alternateur sera relié à la terre (schéma TT) à la centrale.

Les dispositifs de protection contre les surtensions atmosphériques, placés à chaque extrémité des câbles électriques seront remplacés.

4.4 REGULATION et PRODUCTION D'ENERGIE THERMIQUE

Le principe de régulation de la centrale sera conservé.

La fréquence du courant délivrée par l'alternateur (qui est le reflet exact de la vitesse de ce dernier) sera régulée par un dispositif électronique fonctionnant en parallèle avec l'utilisation.

Lorsque la demande en énergie électrique sera inférieure à la production de la centrale, le régulateur chargera automatiquement le réseau pour absorber l'énergie en surplus. Cette énergie sera dissipée sous forme de chaleur

dans les résistances d'une chaudière électrique non sujette à l'entartrage.

La chaleur produite par la chaudière pourra être utilisée pour la production d'eau chaude sanitaire (via un échangeur), pour le réchauffage de l'air neuf nécessaire à la ventilation des locaux (cuisine, sanitaires, dortoirs) et, le cas échéant le chauffage des locaux en début et fin de saison (à cette altitude il gèle la nuit en juin et septembre)

5 - IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

L'emprise des ouvrages de la centrale (bassin, canal, conduite et abri) est d'environ 80 m² sur une longueur de 170m environ.

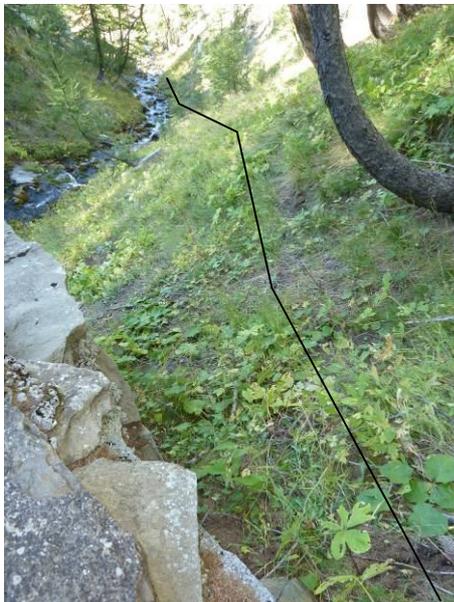
5.1 IMPACT VISUEL

Etat initial :

Le site d'implantation de la centrale est boisé (mélèzes) avec un sol accidenté comportant de nombreux blocs rocheux. L'abri de l'actuelle centrale, dont les parements ont l'aspect de murs en pierre sèche du site est bien intégré dans le paysage et très peu visible depuis le chemin d'accès au lac ou depuis le plateau du Laus. La toiture recouverte de lauzes a pris avec le temps un aspect très proche du sol avoisinant (pierres et aiguilles de mélèze)

Impact du projet :

Un nouvel abri de taille similaire à l'existant devra être construit en point bas de la cascade. Bien que placé sous un bouquet d'arbres situés à la lisière du plateau du Laus ce nouvel abri sera plus visible que l'ancien. Les prolongements de la conduite forcée et de la ligne électrique, enterrés dans le talus en rive droite du torrent, n'auront pas plus d'impact que la conduite existante.



Parcours de la nouvelle canalisation depuis l'abri existant jusqu'au bas de la cascade

Mesures de compensation :

L'abri existant devra être démolit et les matériaux de démolition seront prioritairement réemployés pour la construction du nouvel abri ou seront évacués du site en cas de non réemploi.

Les terrassements seront réalisés soit manuellement pour minimiser l'impact sur le site soit, en cas d'impossibilité, à l'aide d'engin de faible taille pour limiter l'emprise du chantier et le site devra être totalement remis en son état initial après travaux.

Comme pour l'abri existant, l'utilisation de la pierre du site pour la réalisation des ouvrages maçonnés, en laissant un minimum de surface cimentée apparente, permettra d'intégrer au mieux les parties visibles du

nouvel abri qui devra en outre être le plus possible encastré dans le talus.



Simulation de l'implantation de l'abri de la centrale au pied de la cascade vu depuis le plateau

5.2 IMPACT SONORE

Etat actuel :

Le niveau sonore généré par le torrent au voisinage de la centrale existante couvre largement le bruit de cette dernière qui n'est plus audible à seulement quelques mètres du local.

Impact du projet :

La distance entre le nouvel abri et le chemin d'accès au lac est équivalente à celle de l'abri existant.

La pente du torrent au voisinage du nouvel abri étant plus faible que vers l'abri existant le torrent est moins bruyant et l'émergence du bruit de la centrale sera plus marquée.

Le nouvel équipement (turbine Pelton et alternateur) va générer un niveau sonore continu d'environ 75 dBA à l'intérieur du local. Les orifices nécessaires à la ventilation du local sont susceptibles de propager ce bruit à l'extérieur de même que la conduite d'évacuation de l'eau turbinée.

Mesure de compensation :

Le niveau sonore de la centrale devra être suffisamment réduit pour être couvert par le bruit du torrent dans un rayon de quelques mètres.

Le nouveau local devra être construit en dur (y compris la toiture) pour bénéficier de la masse des parois et devra être traité avec un absorbant acoustique à l'intérieur pour empêcher tout phénomène de résonance. Les orifices de ventilation seront équipés de pièges à son et la canalisation en aval de la turbine sera munie d'un siphon pour bloquer les bruits aériens transmissibles par cet exutoire.

5.3 IMPACT SUR LA FAUNE

Etat actuel :

Une faune aquatique nombreuse et variée est très présente en fin d'été (batracien, poissons, insectes d'eau, ...) dans les méandres du torrent sur le plateau du Laus.

L'eau turbinée qui vient du lac, étant filtrée sur son parcours souterrain, la faune aquatique est par contre quasi absente à la prise d'eau située immédiatement en aval de la résurgence. La dérivation existante impacte le débit du torrent sur une cinquantaine de mètres en aval. L'eau turbinée est restituée, telle que captée, au milieu naturel.

Impact du projet :

La longueur du tronçon de torrent impacté par la dérivation passera de 50 à 170m. Le nouveau débit dérivé sera réduit au tiers du débit actuellement autorisé. L'eau étant restituée au pied de la cascade, le débit du torrent au niveau du plateau du Laus ne sera pas modifié.

Mesure de compensation :

La diminution du débit dérivé doit compenser l'augmentation de la longueur du tronçon impacté. Une étude hydrobiologique de ce tronçon doit être menée pour évaluer l'impact de la dérivation.

Les ouvrages hydrauliques et aériens seront équipés de grilles adaptées pour éviter la pénétration des animaux dans les ouvrages.

5.4 IMPACT SUR LA FLORE

Etat actuel :

Site boisé de mélèze, sol rocailleux moussu au voisinage de l'eau, pas de buissons en sous-bois. Flore très abondante en début d'été.

L'exemple de l'installation existante montre que la flore naturelle du site à très vite repris pied sur l'emprise au sol des ouvrages enterrés. Les pierres de parement des ouvrages maçonnés se sont couvert des végétaux présents sur les rochers avoisinants.



Vue de la végétation sur la canalisation existante



Toiture de la centrale existante

Impact :

Deux mélèzes se trouvent sur le passage de la conduite forcée au bas du parcours.

Mesure de compensation :

Si les terrassements sont réalisés manuellement, les dégâts de chantier seront très limités.

Dans le cas d'utilisation d'engin, les terres et rochers de surface déplacés devront être stockés puis replacés en fin de chantier.

6 - COUT DES INSTALLATIONS

Le tableau ci-après donne les estimations HT des travaux à réaliser dans le cadre du projet avec une mise en œuvre classique (accès véhicule à proximité du chantier) et ne tiennent pas compte de l'incidence d'un éventuel transport des matériaux sur le site par hélicoptage.

Certain travaux d'électricité et de télécommande, peuvent dépendre des choix techniques opérés pour la rénovation du refuge.

Travaux à réaliser	Coût € HT
Canalisations y compris terrassement manuel	
Canalisation fonte verrouillée diamètre 200 mm entre ancien local et nouveau	25 680,00
Reprise de l'extrémité inférieure de la canalisation existante compris pièce adaptation	990,00
Canalisation PVC diamètre 400mm pour évacuation eau turbinée y compris siphon	1 290,00
Travaux divers de rénovation sur captage et canal de décantation	1 840,00
TOTAL CANALISATIONS	29 800,00
Vannes et accessoires hydrauliques	
Manchette de traversée de la conduite DN200 dans le nouvel abri de la centrale	350,00
Vanne isolement picocentrale DN200 PFA16 à commande par volant	540,00
Vanne de vidange DN80 en point bas	290,00
Débitmètre électromagnétique pour contrôle de débit turbiné	2 900,00
Coudes et raccords inox DN200 de la turbine	1 260,00
TOTAL VANNES ET ACCESS. HYDRAULIQUE	5 340,00
Ouvrages de maçonnerie, métallerie et menuiserie	
Démolition de l'abri existant et transport manuel des matériaux pour réemploi ou évacuation	3 360,00
Terrassement manuel d'une plateforme pour nouvel abri avec tri des matériaux	720,00
Dalle béton du local de la centrale avec hérisson en matériaux de réemploi	1 520,00
Murs béton armé 15 cm à parement pierre sèche (sur trois côtés)	5 600,00
Murs béton armé de soutènement, 20 cm sans parement	1 080,00
Dalle de toiture PPB avec revêtement d'étanchéité et parement en lauzes récupérées	3 600,00
Porte métallique avec parement en planches de mélèze brute de sciage	1 300,00
Grilles de ventilation haute et basse avec pièges à son	1 260,00
Traitement absorbant acoustique des murs	1 900,00
TOTAL MACONNERIE	20 340,00
Electromécanique	
Dépose des équipements existants et transport hors site	630,00
Turbine inox (15kW) à roue Pelton à augets polyéthylène et 1 injecteur motorisé	28 680,00
Alternateur triphasé 50Hz, 400V, 16kVA bipalier	3 350,00
Transmission poulie courroie, arbre et paliers intermédiaires	1 300,00
Tableau électrique, régulation, auxiliaires électriques, éclairage et prise dans abri	14 970,00
Chaudière électrique ballast, compris expansion, soupape, circulateur, thermostat sécurité	7 950,00
Comptage énergie produite électricité et chaleur	800,00
Installation de la centrale, raccords hydrauliques, électriques, essai mise en service	3 740,00
TOTAL EQUIPEMENT ELECTROMECHANIQUE	61 420,00
Raccordement électrique au refuge	
Câble de puissance en tranchée commune avec la canalisation	4 800,00
Boîtes de raccordement pour connexion sur câbles existants	300,00
Câble pour sonde de niveau au captage	2 480,00
Câble de télécommande	1 800,00
TOTAL RACCORDEMENT	9 380,00
TOTAL TRAVAUX € HT	126 280,00

7 – CONCLUSION

La nouvelle configuration de centrale hydro-électrique présentée ci-dessus est réalisable et permet l'alimentation électrique du refuge de façon continue pendant toute la saison estivale indépendamment des conditions climatiques.

Le coût global de l'ouvrage est élevé (10 500€ HT par kW installé) en raison des difficultés d'accès, de la nécessité de réaliser manuellement les travaux de terrassement pour en limiter l'impact et de l'éloignement entre la centrale et le refuge.