



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement,
des transports, de l'énergie et de la communication DETEC
Office fédéral de l'énergie OFEN

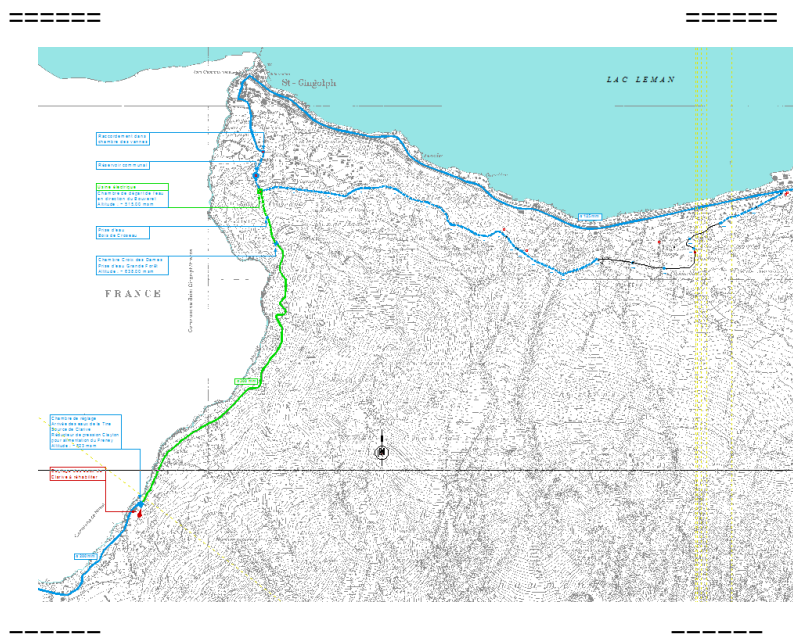
TUBINAGE DES EAUX POTABLES DE LA COMMUNE DE ST-GINGOLPH

SOURCE DE LA TINE-PALIER SUPÉRIEUR

Rapport d'avant projet

Hanane Moukhliiss, CERT INGÉNIERIE S.A.

46 Av. de la Gare 1920 Martigny, moukhliiss@cert.ch, www.cert.ch



Programme petites
centrales hydrauliques
itehydraulique.ch



Compagnie d'études et de
réalisations techniques SA
www.cert.ch



Laboratoire MhyLab
www.mhylab.ch

Date: 04.07.2008

Soutenu par l'Office fédéral de l'énergie OFEN

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen
Adresse postale: CH-3003 Berne
Tél. +41 31 322 56 11, fax +41 31 323 25 00
www.bfe.admin.ch

Responsable OFEN: bruno.guggisberg@bfe.admin.ch

Le ou la mandataire de l'étude est seul(e) responsable de son contenu.

Table des matières

Résumé	5
1. SITUATION INITIALE :	6
2. OBJECTIF DE L'ÉTUDE :	6
3. CONCEPT DU PROJET :	6
4. TURBINAGE DES EAUX POTABLES DE LA TINE DANS LA CHAMBRE DE CLARIVE :	7
4.1 Données de base du projet :	7
4.2 Ouvrages réalisés :	7
4.3 Ouvrages à réaliser pour le turbinage de la Tine dans le chambre de clarive	8
4.4 autres ouvrages a réaliser	8
5. PRINCIPAUX RÉSULTATS.....	9
5.1 Dénivellation exploitable:.....	9
5.1.1 Conduite forcée.....	9
5.1.2 Chute nette	9
5.1.3 Dimensionnement de la centrale	9
5.2 Raccordement au réseau électrique existant	11
5.3 Prix de revient de l'énergie produite	11
6. SUITE DES TRAVAUX.....	13
7. LISTE DES SYMBOLES.....	13
8. BIBLIOGRAPHIE	13



Liste des illustrations

Figure 1 : Aménagements du projet	6
Figure 2 : Débits mensuels de la Tine (1992)	7
Figure 3 : Chambre de Clarive abritant le local pour la turbine et son équipement.....	8
Figure 4 : Raccordement au réseau existant établi par la SEBV.....	11
Tableau 1 : Données de base et puissance installée.....	10
Tableau 2 : Production au palier supérieur	10
Tableau 3 : Répartition des coûts de l'installation.....	12
Tableau 4 : Prix de revient et marge annuelle	12

Annexes

Annexe 1 : Plan de situation et représentation des ouvrages réalisés et à réaliser

Annexe 2 : schéma d'encombrement de la petite centrale à la chambre de Clarive

Résumé

Le présent projet vise la valorisation énergétique des eaux potables de la commune de St-Gingolph. Le projet se compose de deux rapports qui concernent chacun un palier. Le palier supérieur représente le turbinage de la source de la Tine en installant une petite centrale dans la chambre de Clarive (figure 1), exploitant ainsi une chute de 121 m avec un débit d'équipement de 50 l/s et un volume turbiné de 1.24 mio de m³. La puissance électrique installée est de 44 kW et la puissance annuelle moyenne est de 36 kW. L'installation fournirait une production annuelle moyenne de 312'000 kWh avec un prix de revient de 15.59 cts/kWh (le tarif de rétribution est estimé à 23.12 cts/kWh).

Le palier inférieur représente le turbinage des eaux des deux sources d'alimentation en eau potables : La Tine et Clarive. La mise en charge se fera à la chambre de réglage de Clarive (où est logée la petite centrale du palier supérieur). Profitant d'une dénivellation de 337 m et d'un volume turbiné de 2.74 mio de m³, la petite centrale est prévue au droit du réservoir communal. La puissance électrique installée est de 291 kW et la puissance annuelle moyenne est de 233 kW. L'installation fournirait une production annuelle moyenne de 2'038'000 kWh avec un prix de revient de 10.81 cts/kWh (le tarif de rétribution est estimé à 20.37 cts/kWh).

Les dates de mise en service des deux centrales étant différentes, les rapports sont ainsi séparés mais les cahiers de charge et les appels d'offres sont établis en même temps.

Dans ce qui suit, il sera prouvé que la faisabilité technique du projet est assurée et que sa rentabilité est garantie.



1. SITUATION INITIALE :

L'alimentation de la commune de St-Gingolph en eau potable se fait par l'exploitation des deux sources de la Tine et de Clarive. La chambre de captage de la Tine est située à l'altitude 943 msm et celle de Clarive à 822 m. Depuis le début du projet d'alimentation en eau potable, l'intérêt d'exploiter la dénivellation existante a été pris en compte dans le dimensionnement des ouvrages. Ainsi les conduites sont conçues pour un fonctionnement en pression, la chambre de Clarive a été dimensionnée et réalisée pour abriter le futur local de turbinage ainsi que les autres éléments de l'aménagement. Les ouvrages pour l'alimentation en eau sont ainsi réalisés et ne reste plus que les composants pour le turbinage de cette eau. L'étude présente deux rapports séparés donnant les principaux éléments pour le turbinage des eaux de la Tine dans un palier supérieur, et un deuxième rapport pour le turbinage des eaux mélangées de la Tine et de Clarive dans un palier inférieur. La mise en service du palier supérieur est prévue pour mai 2009 et celle du palier inférieur pour décembre 2009.

2. OBJECTIF DE L'ÉTUDE :

La stratégie énergétique actuelle se base sur la promotion des énergies renouvelables et notamment l'utilisation de la force hydraulique. Cette promotion est d'autant plus marquée quand il s'agit de combiner entre alimentation en eaux potables et une production d'énergie renouvelable. Le bureau CERT SA a ainsi été mandaté par la commune de St-Gingolph, pour faire une étude d'évaluation du potentiel économique d'un tel projet et la conception des différents équipements et aménagements.

Le présent rapport d'avant projet définit les principaux éléments et équipements d'un tel aménagement. Il présente également une évaluation économique permettant d'estimer les investissements à prévoir et les bénéfices liés à la vente de l'énergie produite selon la nouvelle ordonnance sur l'énergie. Le dimensionnement détaillé des composants faisant partie du projet d'exécution n'est donc pas présenté ici. Les deux centrales qui sont présentés ici ont été annoncés auprès de Swissgrid pour bénéficier de la rétribution à prix coûtant du courant injecté.

3. CONCEPT DU PROJET :

L'annexe 1 donne les emplacements des ouvrages de turbinage projetées pour la commune de St-Gingolph. Ci-dessous une illustration du concept du projet avec les deux centrales de turbinage.

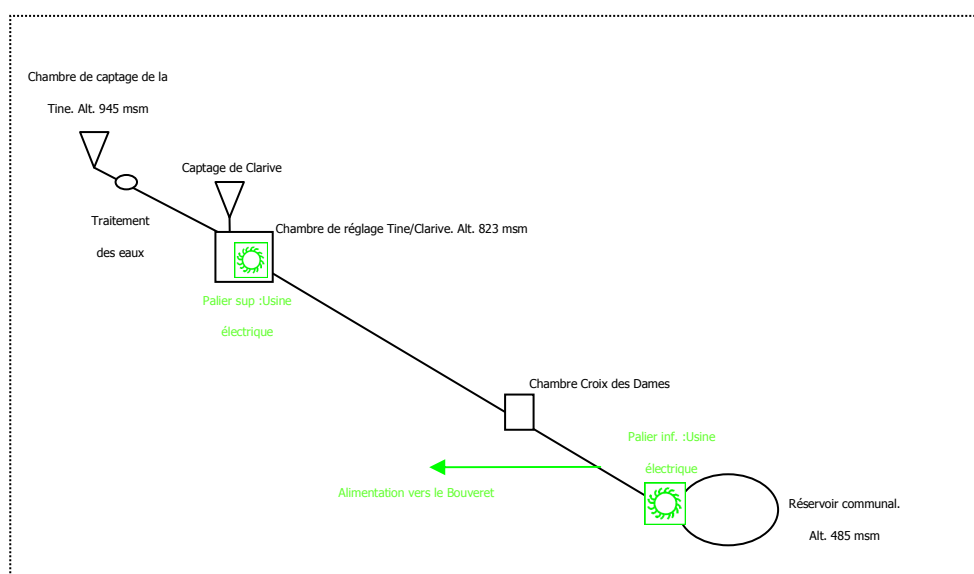


Figure 1 : Aménagements du projet

4. TURBINAGE DES EAUX POTABLES DE LA TINE DANS LA CHAMBRE DE CLARIVE :

4.1 DONNÉES DE BASE DU PROJET :

La source de la Tine permet d'alimenter en eau potable la commune de St-Gingolph. L'altitude d'émergence est situé à 945.5 m.s.m. Selon les jaugeages sur l'année 1992, le débit d'étiage est de 35 l/s et le débit maximum est de 50 l/s.

Les résultats des jaugeages effectués en 1992, donnent les débits suivants pour les deux sources et constituent la base de l'étude.

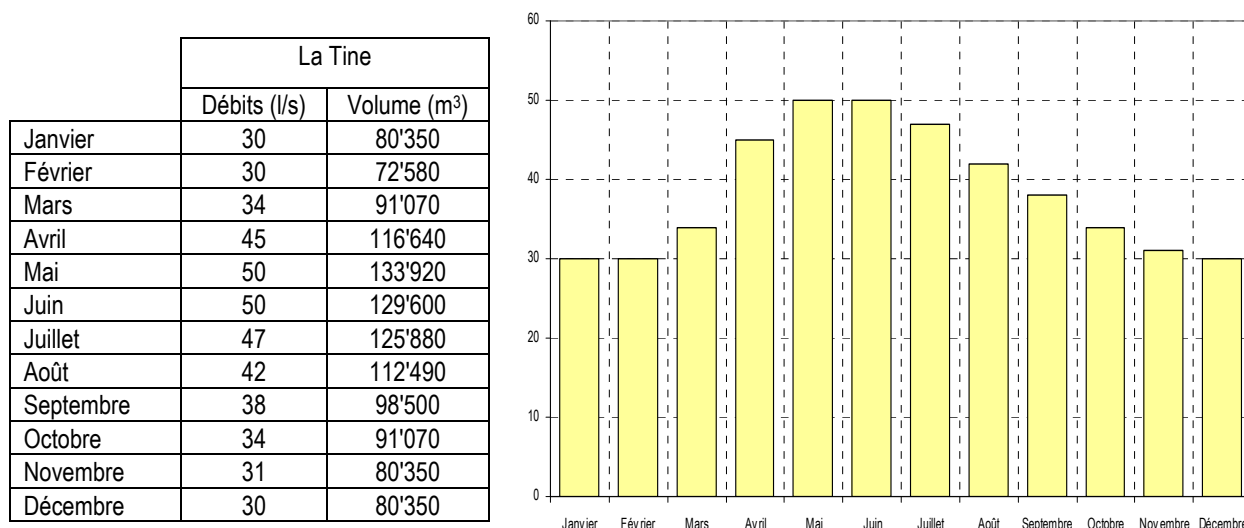


Figure 2 : Débits mensuels de la Tine (1992)

Des mesures de débits ont été effectuées récemment confirmant l'ordre de grandeur des données de base.

Date	La Tine
03.09.2007	40 l/s
12.09.2007	42 l/s
21.09.2007	43 l/s
28.01.2008	38 l/s
01.02.2008	32 l/s
11.02.2008	30 l/s

4.2 OUVRAGES RÉALISÉS :

Les ouvrages suivant sont déjà réalisés pour les besoins d'alimentation en eau de la commune de St-Gingolph, il s'agit de :

- Captage et la prise d'eau de la source de La Tine.
- Conduite de transport la Tine - Clarive par écoulement gravitaire. Cette conduite en fonte

ductile a une longueur de 1'114 m et un diamètre de 200 mm. .

- Chambre de mise en charge et de régulation de Clarive à l'altitude 822 msm muni d'un local (petit chalet) pour abriter la turbine (figure 3).

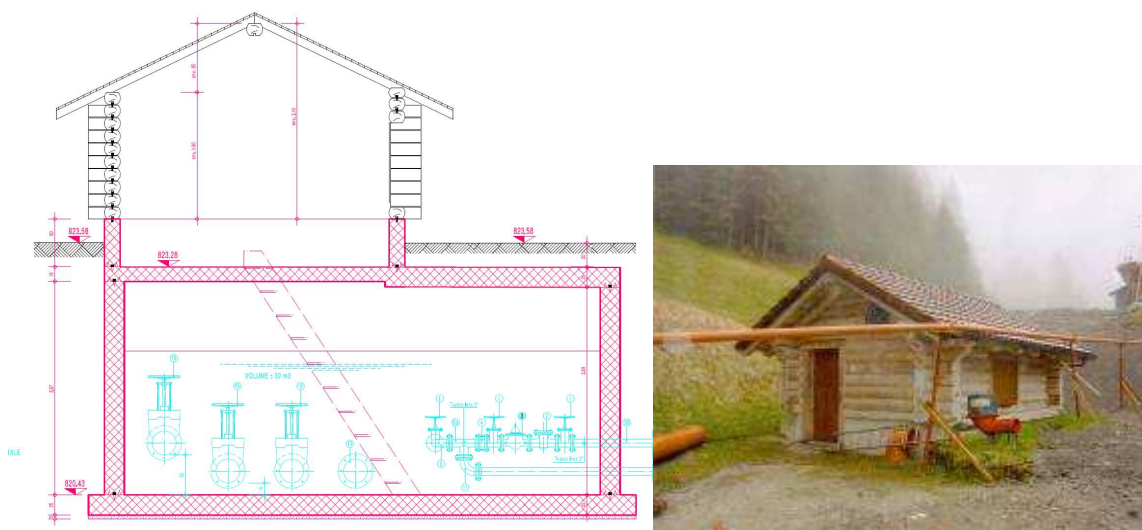


Figure 3 : Chambre de Clarive abritant le local pour la turbine et son équipement

Il s'agit d'un réservoir de 33 m³ de capacité, recevant les eaux des sources de Clarive et de la Tine. Les eaux de Clarive arrive dans le bassin initialement existant de 9 m³ et déversent ensuite dans le deuxième bassin de 24 m³ où arrivent les eaux chlorées de la Tine. La capacité de cet aménagement peut être montée à 50 m³ avec des ajustements simples. C'est à partir du plan d'eau à l'intérieur de l'ouvrage que s'effectuera le réglage du pointeau de la turbine, en fonction du débit des sources. Cet aménagement comprend :

- o Un trop-plein
 - o Une vidange de fond
 - o Un petit local disposé sur l'ouvrage équipé des installations utiles à la désinfection de l'eau en cas de nécessité (chloration)
- La conduite forcée de transport Clarive – Réservoir de St-Gingolph de la chambre de mise en charge et de régulation de Clarive à la chambre de Croix des Dames (alt. 638 msm), soit sur une longueur de 1'955 m. La conduite est en fonte ductile, d'un diamètre de 300 mm et d'une longueur totale de 2'388 m jusqu'au réservoir communal.
 - Modification des prises d'eau « Bois de Croseau » et « Grande Forêt ».

4.3 OUVRAGES À RÉALISER POUR LE TURBINAGE DE LA TINE DANS LE CHAMBRE DE CLARIVE

- Il faut équiper le départ de la conduite forcée de vanne d'arrêt munie d'un dispositif assurant la fermeture automatique en cas de survitesse.

4.4 AUTRES OUVRAGES A RÉALISER

- Une nouvelle prise d'eau pour l'alimentation de la zone supérieure du village (Grand Forêt).
- Les aménagements concernant le turbinage en palier inférieur (donnés dans le deuxième rapport)
- Conduite d'alimentation future du Bouveret.

5. PRINCIPAUX RÉSULTATS

Palier supérieur / turbinage à Clarive: La situation économique actuelle encourage l'étude de la valorisation énergétique des eaux de la Tine dans un premier palier, en amont de la chambre de régulation des eaux de Clarive et de Tine. L'aménagement d'une petite centrale est donc à étudier avec les caractéristiques suivantes (Annexe 1).

- La conduite en fonte ductile est déjà installée d'une longueur de 1114 m et un diamètre de 200 mm.
- La dénivellation entre la chambre de captage de la Tine et la chambre de réglage à Clarive (Tine+ Clarive) est de 121 m.

Potentiel énergétique

La puissance hydraulique potentielle pour ce projet, fonction de la chute brute H_B et du débit, est donnée par :

$$P_B = \rho \cdot g \cdot Q_B \cdot H_B,$$

La puissance nette réellement utilisable, tenant compte des pertes d'énergie est :

$$P = \rho \cdot g \cdot Q_N \cdot H_N \cdot \eta,$$

où H_N est la chute nette, Q_N le débit net et η le coefficient de rendement de l'équipement électromécanique.

Production énergétique

La production électrique annuelle, E , est calculée par intégration de la courbe des puissances électriques classées, grâce à l'expression:

$$E = \int (\eta \cdot \rho \cdot g \cdot Q_N \cdot H_N) . dt$$

[kWh/an]

Où η = rendement global de l'installation, correspondant au produit du rendement de la turbine et de celui de l'alternateur.

5.1 DÉNIVELLATION EXPLOITABLE:

La chambre de captage de la Tine est située à une altitude de **943 m.s.m.** L'emplacement de la petite centrale hydroélectrique est prévu dans le cabanon construit déjà à cet effet (figure 3) à une altitude de **822 m.s.m.** Ainsi la dénivellation ou chute brute exploitable pour la production hydroélectrique est de **121 m.**

5.1.1 CONDUITE FORCÉE

La conduite existante est en fonte ductile avec un diamètre de 200 mm, une longueur de 1'114 m. Les calculs de pertes de charge seront donc basés sur ces caractéristiques.

5.1.2 CHUTE NETTE

La chute nette est calculée sur la base d'un coefficient de rugosité de 0.1 mm. Elle correspond à la chute brute diminuée des pertes de charges. L'équation de Colebrook- white a été utilisée pour le calcul des pertes de charges linéaires.

5.1.3 DIMENSIONNEMENT DE LA CENTRALE

Compte tenu des débits disponibles, deux variantes de turbines ont été étudiés, avec 1 et 2 injecteurs. Le choix s'est porté sur la variante à deux injecteurs pour sa plus grande flexibilité quand au variations de débit et du meilleur gain qui en découle. Avec un volume annuel de plus de 1.2 mio

m³, Le turbinage des eaux de la Tine dans un palier supérieur donne une production énergétique de 312'000 kWh/an. Les résultats du calcul sont donnés ci-dessous.

Puissance de l'installation :

Débit d'équipement	l/s	50
Diamètre de conduite	mm	200
Dénivellation	m	121
Longueur de conduite	m	1'114
Rapport Longueur/Dénivellation	-	9.21
Chute nette au débit d'équipement	m	107.6
Puissance électrique installée	kW	44

Tableau 1 : Données de base et puissance installée

Production et caractéristiques de l'installation :

Nombre de turbine	-	1
Nombre d'injecteurs par turbine	-	2
Vitesse de rotation de la turbine	t/min	1000
Nombre d'augets de la roue	-	23
Largeur d'auget	mm	83
Diamètre d'injection	mm	416
Diamètre bâti	mm	1210
Volume turbiné	m ³	1'239'192
Débit moyen annuel	l/s	39
Débit minimal turbinable	l/s	5
Ratio débit moyen annuel/débit équipé	-	78.6%
Production annuelle	kWh	312'000
Ratio production/volume	kWh/m ³	0.252
Puissance moyenne annuelle	kW	36
Ratio P moyenne/P installée	-	80.9%

Tableau 2 : Production au palier supérieur



5.2 RACCORDEMENT AU RÉSEAU ÉLECTRIQUE EXISTANT

L'énergie produite sera injectée dans le réseau de la Société Electrique du Bas-Valais. La puissance de la turbine d'environ 50 kVA, 75A nécessite le remplacement du câble d'alimentation entre le réservoir existant et l'armoire de distribution N°36 (plan annexé). Il s'agit donc :

- Du remplacement du câble existant par un câble 3 x 50 + 50 mm² Céander, capacité maximum 200 A.
- Du remplacement du coupe-circuit dans l'armoire de distribution par un modèle DIN 2400 A
- Du raccordement du câble dans le réservoir sur un coupe-circuit prévu dans le nouveau tableau de comptage (fourni et posé par l'installateur électricien)

Le montant des prestations, non compris le sondage pour tirage devant l'armoire N°36 est de Fr. 2'872.90 TTC.

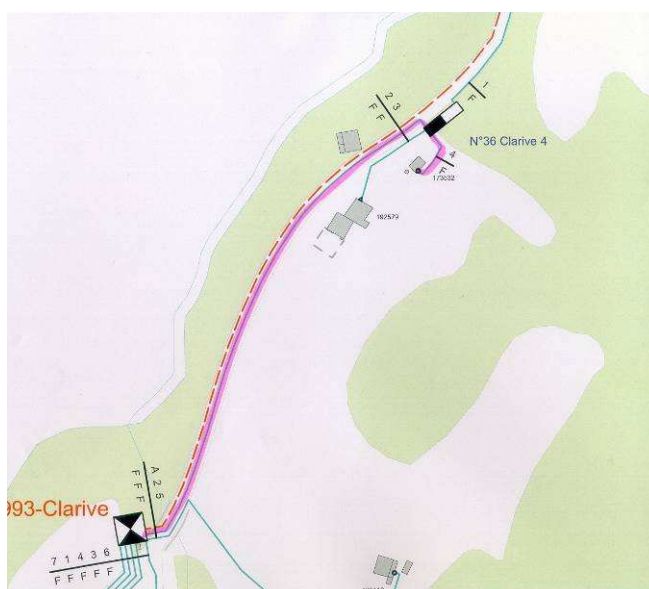


Figure 4 : Raccordement au réseau existant établi par la SEBV

5.3 PRIX DE REVIENT DE L'ÉNERGIE PRODUITE

Le paragraphe 3 donne l'inventaire des ouvrages déjà réalisés dans le cadre de l'alimentation en eau potable de la commune de St-Gingolph. Pour le turbinage des eaux de la Tine et de Clarive, l'investissement nécessaire se constitue ainsi de l'équipement de la centrale et les vannes et d'une part imputable au turbinage des investissements déjà réalisés, cette part est prise en compte dans le calcul économique du palier inférieur (rapport « TURBINAGE DES EAUX POTABLES DE ST-GINGOLPH, PALIER INFRÉRIEUR ». Ainsi, pour ce palier supérieur, la conduite n'est pas prise en compte dans le calcul des coûts qui se répartissent ainsi :

Adaptation du bâtiment de la centrale	CHF	40'000
Electromécanique	CHF	220'000
By-pass dissipateur	CHF	20'000
Appareillage BT	CHF	20'000
Connexion réseau	CHF	3'000
Saisie des niveaux et contrôle commande	CHF	20'000
Total des investissements	CHF	323'000
Ingénierie + divers et imprévus (10% + 15%)	CHF	80'750
Total Général	CHF	403'750

Tableau 3 : Répartition des coûts de l'installation

Le calcul du prix de revient est calculé avec un taux d'intérêt de 5 % et une durée d'amortissement de 25 ans. Ceci donne une annuité constante standard de 28'647 CHF (taux de 7.1 %), des frais d'exploitation de 20'000 CHF et ainsi un montant total annuel des frais de 48'647 CHF. Avec la production annuelle prévue, **le prix de revient se monte alors à 15.59 cts/kWh.**

Prix de revient du kWh (Standard)	cts/kWh	15.59
Taux de rétribution	cts/kWh	23.12
Marge annuelle (Standard)	CHF	23'487

Tableau 4 : Prix de revient et marge annuelle

Ainsi la marge annuelle qui pourrait être réalisée selon le taux de rétribution (prix de vente) donnée pour une telle installation avec la nouvelle loi sur l'énergie s'avère, comme prévu, intéressante pour la commune.

6. SUITE DES TRAVAUX

L'établissement des cahiers de charge est l'appel d'offre sera élaboré pour les deux petites centrales. La mise en service pour le turbinage de la Tine à la chambre de régulation à Clarive est prévue pour mai 2009.

7. LISTE DES SYMBOLES

SYMBOLE	UNITÉ	DÉFINITION
E	kWh/an	Production électrique annuelle
g	m/s ²	Accélération de la gravité
H_B	m	Hauteur de chute brute
H_N	m	Hauteur de chute nette
Q_B	m ³ /s	Débit brut
Q_N	m ³ /s	Débit net
P	W	Puissance nette
P_B	W	Puissance brute
η	-	Rendement global de l'installation
ρ	kg/m ³	Masse volumique

8. BIBLIOGRAPHIE

- Loi sur l'énergie LEne du 26 juin 1998 (Etat le 1^{er} mai 2008).
- Loi sur l'approvisionnement en électricité LApEI du 23 mars 2007 (état au 1^{er} avril 2008).
- Ordonnance sur l'approvisionnement en électricité OApEI du 27 juin 2007.
- Instrument pour le calcul du RPC, 25 avril 2008, Programme des Petites Centrales Hydrauliques.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement,
des transports, de l'énergie et de la communication DETEC
Office fédéral de l'énergie OFEN

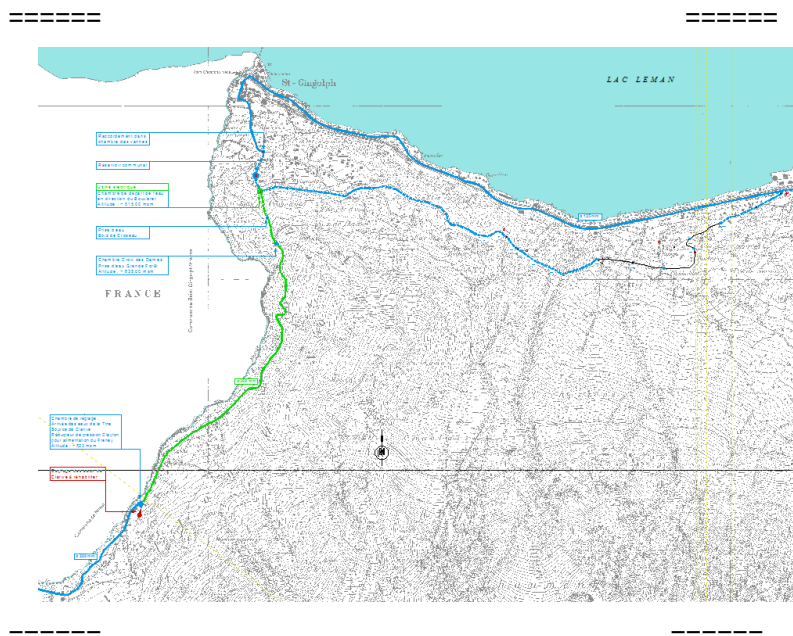
TUBINAGE DES EAUX POTABLES DE LA COMMUNE DE ST-GINGOLPH

SOURCES DE LA TINE ET DE CLARIVE- PALIER INFÉRIEUR

Rapport d'avant projet

Hanane Moukhliiss, CERT INGÉNIERIE S.A.

46 Av. de la Gare 1920 Martigny, moukhliiss@cert.ch, www.cert.ch



Programme petites
centrales hydrauliques
www.petitehydraulique.ch



Compagnie d'études et de
réalisations techniques SA
www.cert.ch



Laboratoire MhyLab
www.mhylab.ch

Date: 04.07.2008

Soutenu par l'Office fédéral de l'énergie OFEN

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen

Adresse postale: CH-3003 Berne

Tél. +41 31 322 56 11, fax +41 31 323 25 00

www.bfe.admin.ch

Responsable OFEN: bruno.guggisberg@bfe.admin.ch

Le ou la mandataire de l'étude est seul(e) responsable de son contenu.

Table des matières

Résumé	5
1. SITUATION INITIALE :	6
2. OBJECTIF DE L'ÉTUDE :	6
3. CONCEPT DU PROJET :	6
4. TURBINAGE DES EAUX POTABLES DE LA TINE ET DE CLARIVE AU RESERVOIR COMMUNAL :	7
4.1 Données de base du projet :	7
4.2 Ouvrages réalisés :	8
4.3 Ouvrages à réaliser pour le turbinage de la Tine et clarive	10
4.4 autres ouvrages a réaliser	10
5. PRINCIPAUX RÉSULTATS.....	10
5.1 Dénivellation exploitable:	11
5.1.1 Conduite forcée.....	11
5.1.2 Chute nette	11
5.1.3 Dimensionnement de la centrale	11
5.2 Raccordement au réseau électrique existant	12
5.3 Prix de revient de l'énergie produite	13
6. SUITE DES TRAVAUX.....	15
7. LISTE DES SYMBOLES.....	15
8. BIBLIOGRAPHIE	15



Liste des illustrations

Figure 1 : Aménagements du projet	6
Figure 2 : Courbes des débits mensuels de la Tine et de la Clarive.....	8
Figure 3 : Construction du captage de Clarive.....	8
Figure 4 : Chambre de Clarive abritant le local pour la turbine et son équipement.....	9
Figure 5 : conduite forcée 300 mm du palier inférieur	9
Figure 6 : Raccordement au réseau existant établi par la SEBV.....	13
 Tableau 1. Caractéristiques de la Tine et de la Clarive	 7
Tableau 2 : Débits et volumes mensuels pour chaque source	7
Tableau 3 : Données de base et puissance installée.....	11
Tableau 4 : Production au palier inférieur	12
Tableau 5 : Répartition des coûts de l'installation.....	14
Tableau 6 : Prix de revient et marge annuelle	14

Annexes

Annexe 1 : Plan de situation et représentation des ouvrages réalisés et à réaliser

Annexe 3 : Schéma d'encombrement de la petite centrale au réservoir communal

Résumé

Le présent projet vise la valorisation énergétique des eaux potables de la commune de St-Gingolph. Le projet se compose de deux rapports qui concernent chacun un palier. Le palier inférieur représente le turbinage des eaux des deux sources d'alimentation en eau potables : La Tine et Clarive. La mise en charge se fera à la chambre de réglage de Clarive (où est logée la petite centrale du palier supérieur). Profitant d'une dénivellation de 337 m et d'un volume turbiné de 2.74 mio de m³, la petite centrale est prévue au droit du réservoir communal. La puissance électrique installée est de 291 kW et la puissance annuelle moyenne est de 233 kW. L'installation fournirait une production annuelle moyenne de 2'038'000 kWh avec un prix de revient de 10.81 cts/kWh (le tarif de rétribution est estimé à 20.37 cts/kWh).

Le palier supérieur représente le turbinage de la source de la Tine en installant une petite centrale dans la chambre de Clarive (figure 1), exploitant ainsi une chute de 121 m avec un débit d'équipement de 50 l/s et un volume turbiné de 1.24 mio de m³. La puissance électrique installée est de 44 kW et la puissance annuelle moyenne est de 36 kW. L'installation fournirait une production annuelle moyenne de 312'000 kWh avec un prix de revient de 15.59 cts/kWh (le tarif de rétribution est estimé à 23.12 cts/kWh).

Les dates de mise en service des deux centrales étant différentes, les rapports sont ainsi séparés mais les cahiers de charge et les appels d'offres sont établis en même temps.

Dans ce qui suit, il sera prouvé que la faisabilité technique du projet est assurée et que sa rentabilité est garantie.



1. SITUATION INITIALE :

L'alimentation de la commune de St-Gingolph en eau potable se fait par l'exploitation des deux sources de la Tine et de Clarive. La chambre de captage de la Tine est située à l'altitude 943 msm et celle de Clarive à 822 m. Depuis le début du projet d'alimentation en eau potable, l'intérêt d'exploiter la dénivellation existante a été pris en compte dans le dimensionnement des ouvrages. Ainsi les conduites sont conçues pour un fonctionnement en pression, la chambre de Clarive a été dimensionnée et réalisée pour abriter le futur local de turbinage ainsi que les autres éléments de l'aménagement. Les ouvrages pour l'alimentation en eau sont ainsi réalisés et ne reste plus que les composants pour le turbinage de cette eau. L'étude présente deux rapports séparés donnant les principaux éléments pour le turbinage des eaux de la Tine dans un palier supérieur, et un deuxième rapport pour le turbinage des eaux mélangées de la Tine et de Clarive dans un palier inférieur. La mise en service du palier supérieur est prévue pour mai 2009 et celle du palier inférieur pour décembre 2009.

2. OBJECTIF DE L'ÉTUDE :

La stratégie énergétique actuelle se base sur la promotion des énergies renouvelables et notamment l'utilisation de la force hydraulique. Cette promotion est d'autant plus marquée quand il s'agit de combiner entre alimentation en eaux potables et une production d'énergie renouvelable. Le bureau CERT SA a ainsi été mandaté par la commune de St-Gingolph, pour faire une étude d'évaluation du potentiel économique d'un tel projet et la conception des différents équipements et aménagements.

Le présent rapport d'avant projet définit les principaux éléments et équipements d'un tel aménagement. Il présente également une évaluation économique permettant d'estimer les investissements à prévoir et les bénéfices liés à la vente de l'énergie produite selon la nouvelle ordonnance sur l'énergie. Le dimensionnement détaillé des composants faisant partie du projet d'exécution n'est donc pas présenté ici. Les deux centrales qui sont présentés ici ont été annoncés auprès de Swissgrid pour bénéficier de la rétribution à prix coûtant du courant injecté.

3. CONCEPT DU PROJET :

L'annexe 1 donne les emplacements des ouvrages de turbinage projetées pour la commune de St-Gingolph. Ci-dessous une illustration du concept du projet avec les deux centrales de turbinage.

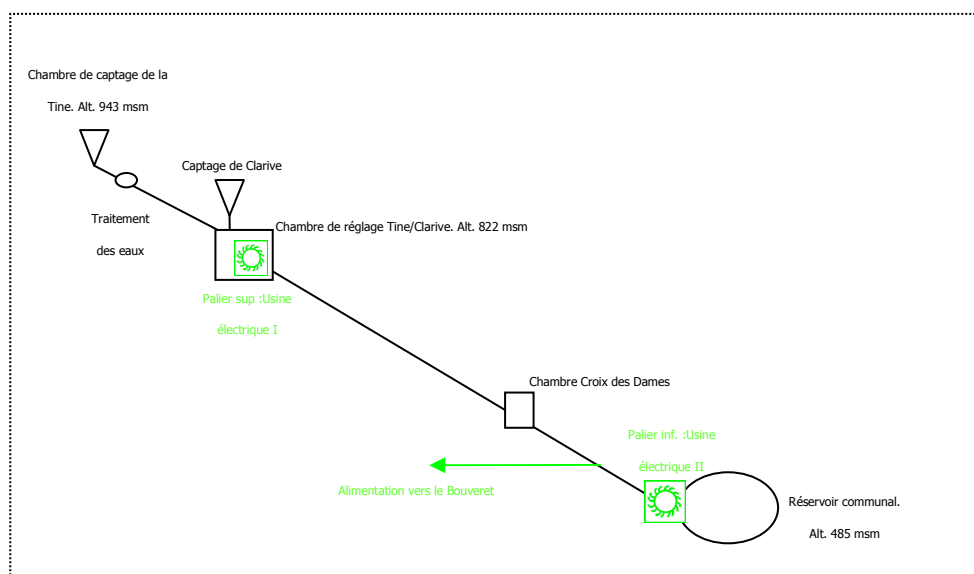


Figure 1 : Aménagements du projet

4. TURBINAGE DES EAUX POTABLES DE LA TINE ET DE CLARIVE AU RESERVOIR COMMUNAL :

4.1 DONNÉES DE BASE DU PROJET :

Les deux sources de la Tine et de Clarive permettent d'alimenter en eau potable la commune de St-Gingolph. Les caractéristiques hydrologiques des deux sources sont présentées dans le tableau 1.

		Source de la Tine	Source de Clarive
Altitude de l'émergence	[m.s.m]	945.50	823.30
Débits d'étiage	[l/s]	35	35 (mesuré le 02.03.92)
Débits maximum	[l/s]	50	60 (mesuré le 20.04.92)
Utilisation actuelle		Alimentation privée (débit 1 – 2 l/s)	Eau potable de la commune de St- Gingolph

Tableau 1. Caractéristiques de la Tine et de la Clarive

Les deux sources ont un régime hydrologique semblables et peut être qualifié de constant avec un rapport entre le débit maximum et le débit minimum de 2.

Les résultats des jaugeages effectués en 1992, donnent les débits suivants pour les deux sources et constituent la base de l'étude.

	La Tine		Clarive		Débit total	Volume total
	Débits (l/s)	Volume (m³)	Débits (l/s)	Volume (m³)	(l/s)	(m³)
Janvier	30	80'350	35	93'740	65	174'090
Février	30	72'580	35	84'670	65	157'250
Mars	34	91'070	41	109'810	75	200'880
Avril	45	116'640	55	142'560	100	259'200
Mai	50	133'920	60	160'700	110	294'620
Juin	50	129'600	60	155'520	110	285'120
Juillet	47	125'880	58	155'350	105	281'230
Août	42	112'490	53	141'960	95	254'450
Septembre	38	98'500	47	121'820	85	220'320
Octobre	34	91'070	41	109'810	75	200'880
Novembre	31	80'350	39	101'090	70	181'440
Décembre	30	80'350	35	93'740	65	174'090

Tableau 2 : Débits et volumes mensuels pour chaque source

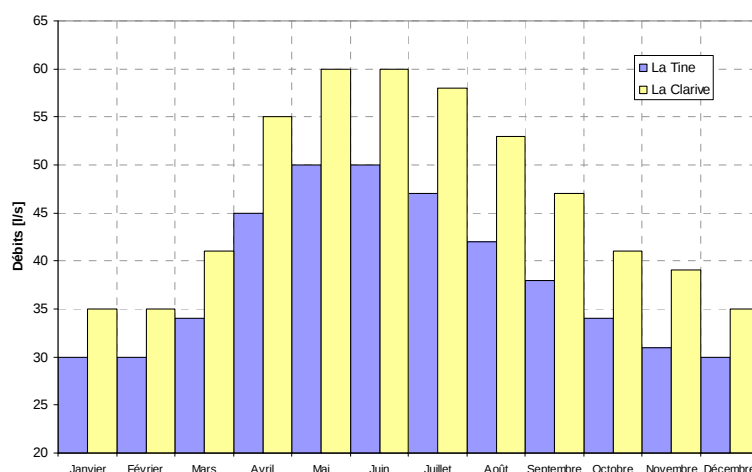


Figure 2 : Courbes des débits mensuels de la Tine et de la Clarive

Ainsi les volumes totaux fournis par les deux sources peuvent être estimés à :

Débit en hiver	1'328'390 m ³ /an
Débit en été	1'355'180 m ³ /an

Des mesures de débits ont été effectuées récemment confirmant l'ordre de grandeur des données de base.

Date	La Tine	Clarive
03.09.2007	40 l/s	42 l/s
12.09.2007	42 l/s	37 l/s
21.09.2007	43 l/s	37 l/s
28.01.2008	38 l/s	32 l/s
01.02.2008	32 l/s	30 l/s
11.02.2008	30 l/s	29 l/s

4.2 OUVRAGES RÉALISÉS :

Les ouvrages suivant sont déjà réalisés pour les besoins d'alimentation en eau de la commune de St-Gingolph, il s'agit de :

- Le captage et la prise d'eau des sources de La Tine et de Clarive.



Figure 3 : Construction du captage de Clarive

- La conduite de transport la Tine - Clarive par écoulement gravitaire. Cette conduite en fonte ductile a une longueur de 1'114 m et un diamètre de 200 mm.
- Chambre de mise en charge et de régulation de Clarive à l'altitude 822 msm muni d'un local (cabanon) pour abriter la turbine (figure 3).

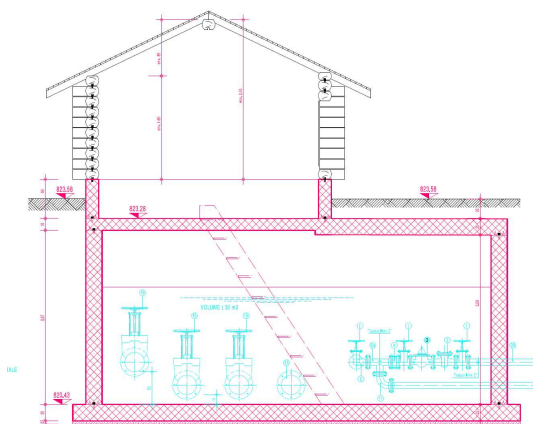


Figure 4 : Chambre de Clarive abritant le local pour la turbine et son équipement

Il s'agit d'un réservoir de 33 m³ de capacité, recevant les eaux des sources de Clarive et de la Tine. Les eaux de Clarive arrivent dans le bassin initialement existant de 9 m³ et déversent ensuite dans le deuxième bassin de 24 m³ où arrivent les eaux chlorées de la Tine. La capacité de cet aménagement peut être montée à 50 m³ avec des ajustements simples. C'est à partir du plan d'eau à l'intérieur de l'ouvrage que s'effectuera le réglage du pointeau de la turbine, en fonction du débit des sources. Cet aménagement comprend :

- o Un trop-plein
- o Une vidange de fond
- o Un petit local disposé sur l'ouvrage équipé des installations utiles à la désinfection de l'eau en cas de nécessité (chloration)
- La conduite forcée de transport Clarive – Réservoir de St-Gingolph de la chambre de mise en charge et de régulation de Clarive à la chambre de Croix des Dames (alt. 638 msm), soit sur une longueur de 1'955 m. La conduite est en fonte ductile, d'un diamètre de 300 mm et d'une longueur totale de 2'388 m jusqu'au réservoir communal.



Figure 5 : conduite forcée 300 mm du palier inférieur

- Modification des prises d'eau « Bois de Croseau » et « Grande Forêt ».

4.3 OUVRAGES À RÉALISER POUR LE TURBINAGE DE LA TINE ET CLARIVE

- Il faut équiper le départ de la conduite forcée de vanne d'arrêt munie d'un dispositif assurant la fermeture automatique en cas de survitesse.
- Il s'agira d'un bâtiment classique dont les dimensions sont déterminées en fonction du schéma d'encombrement de la turbomachine (Annexe 2).
- Il faut également équiper le départ de la conduite forcée de vanne d'arrêt munie d'un dispositif assurant la fermeture automatique en cas de survitesse.
- Une conduite PE d'évacuation du trop plein à l'aval du réservoir jusqu'à l'exutoire de la route cantonale D020a, d'un diamètre 300 mm et une longueur de 150 m.

4.4 AUTRES OUVRAGES À RÉALISER

- Une nouvelle prise d'eau pour l'alimentation de la zone supérieure du village (Grand Forêt).
- Conduite d'alimentation future du Bouveret.

5. PRINCIPAUX RÉSULTATS

Le captage des eaux de la Tine et de Clarive et l'alimentation en eau potable de la commune de St-Gingolph sont réalisés comme susmentionné. Le choix de l'emplacement de la centrale hydroélectrique est quand à lui fonction de la stratégie d'alimentation future ainsi que des contraintes technique et économiques. En effet, il est prévu d'alimenter le Bouveret en raccordant une nouvelle conduite au réseau existant. L'étude des tracés a révélé que l'alimentation par gravité du réservoir communal est possible mais présente des coûts onéreux. Il existe une possibilité de se raccorder quelques mètres en amont du réservoir où un tracé gravitaire existe. Une étude sur les variantes d'emplacement de la centrale a été menée dans l'optique d'une combinaison avec l'alimentation du Bouveret par gravité. La variante techniquement et économiquement optimale s'est révélée être le turbinage des eaux au réservoir communal. L'alimentation du Bouveret nécessitera un pompage sur une certaine distance et la commune pourra ainsi intégrer les coûts de pompage dans la facture d'eau potable.

La mise en charge se fera à la chambre de régulation des eaux de Clarive et de la Tine à l'altitude 822 msm

Potentiel énergétique

La puissance hydraulique potentielle pour ce projet, fonction de la chute brute H_B et du débit, est donnée par :

$$P_B = \rho \cdot g \cdot Q_B \cdot H_B ,$$

La puissance nette réellement utilisable, tenant compte des pertes d'énergie est :

$$P = \rho \cdot g \cdot Q_N \cdot H_N \cdot \eta ,$$

où H_N est la chute nette, Q_N le débit net et η le coefficient de rendement de l'équipement électromécanique.

Production énergétique

La production électrique annuelle, E , est calculée par intégration de la courbe des puissances électriques classées, grâce à l'expression:

$$E = \int (\eta \cdot \rho \cdot g \cdot Q_N \cdot H_N) . dt$$

[kWh/an]

Où η = rendement global de l'installation, correspondant au produit du rendement de la turbine et de celui de l'alternateur.

5.1 DÉNIVELLATION EXPLOITABLE:

La chambre de captage de la Tine est située à une altitude de **943 m.s.m.** Cette eau est ensuite rassemblée avec l'eau de Clarive dans la chambre de régulation de Clarive située à une altitude de **822 m.s.m.** C'est à partir de là que s'effectue la mise en charge. L'emplacement de la centrale est prévu au niveau du réservoir communal situé à l'altitude de **485 msm.** **Ainsi la dénivellation ou chute brute exploitable pour la production hydroélectrique est de 337 m.**

5.1.1 CONDUITE FORCÉE

Dans le cadre de l'étude qui a été menée entre mai 1992 et novembre 1993 par le bureau CERT pour ce projet de turbinage, deux diamètres de conduite forcée de 250 mm et de 300 mm ont été évalués.

Suite à la réalisation du projet d'alimentation en eau potable, le diamètre de 300 mm a été retenu et une conduite d'alimentation est déjà réalisée sur une longueur totale de 1'955 m (Annexe 1), elle fera office de conduite forcée. La conduite forcée a ainsi un diamètre de 300 mm, une longueur de 2'388 m, elle est composée en fonte ductile. Les calculs de pertes de charge seront donc basés sur ces caractéristiques.

5.1.2 CHUTE NETTE

La chute nette est calculée sur la base de la conduite forcée en fonte ductile d'un diamètre 300 mm et un coefficient de rugosité de 0.1 mm. Elle correspond à la chute brute diminuée des pertes de charges. L'équation de Colebrook- white a été utilisée pour le calcul des pertes de charges linéaires.

5.1.3 DIMENSIONNEMENT DE LA CENTRALE

Compte tenu des débits disponibles, deux variantes de turbines ont été étudiés, avec 1 et 2 injecteurs et pour deux options d'emplacement. Le choix s'est porté sur l'emplacement au réservoir avec un machine à deux injecteurs pour sa plus grande flexibilité quand aux variations de débit et du meilleur gain qui en découle. Avec un volume annuel de plus de 2.7 mio m³, Le turbinage des eaux de la Tine et de Clarive dans un palier inférieur donne une production énergétique de 2'038'000 kWh/an. Les résultats du calcul sont donnés ci-dessous.

Puissance de l'installation :

Débit d'équipement	l/s	110
Diamètre de conduite	mm	300
Dénivellation	m	337
Longueur de conduite	m	2'388
Rapport Longueur/Dénivellation	-	7.1
Chute nette au débit d'équipement	m	320.7
Puissance électrique installée	kW	291

Tableau 3 : Données de base et puissance installée

Production et caractéristiques de l'installation :

Nombre de turbine	-	1
Nombre d'injecteurs par turbine	-	2
Vitesse de rotation de la turbine	t/min	1500
Nombre d'augets de la roue	-	23
Largeur d'auget	mm	93
Diamètre d'injection	mm	479
Diamètre bâti	mm	1380
Volume turbiné	m ³	2'742'984
Débit moyen annuel	l/s	87
Débit minimal turbinable	l/s	11
Ratio débit moyen annuel/débit équipé	-	79.1%
Production annuelle	kWh	2'038'000
Ratio production/volume	kWh/m ³	0.743
Puissance moyenne annuelle	kW	233
Ratio P moyenne/P installée	-	79.9%

*Tableau 4 : Production au palier inférieur***5.2 RACCORDEMENT AU RÉSEAU ÉLECTRIQUE EXISTANT**

L'énergie produite sera injecté dans le réseau de la Société Electrique du Bas-Valais. La puissance de la turbine nécessite le tirage de deux câbles 4 x 150 mm² Alu, en parallèle entre votre tableau principal de comptage et la station transformatrice « Herbettes » (Figure 4), il s'agit donc :

- De la fourniture, pose et raccordement de 2 x 300 m de câble 4 x 150 mm² AL-SE, capacité maximum 500 A.
- Du raccordement de deux câbles sur un coupe-circuit principal fourni et posé par l'installateur électricien.
- Dans la station transformatrice, raccordement des deux câbles sur un coupe-circuit principal 2 x 400 A.
- Participation aux frais de génie civil pour la mise à disposition des 2 tubes PE Ø 100/112 mm entre la station transformatrice « Herbettes » et la chambre de tirage (à créer par la commune) vers la nouvelle nappe de tubes posés en 2008.

Le montant des prestations est de Fr. 26'696.65 TTC.

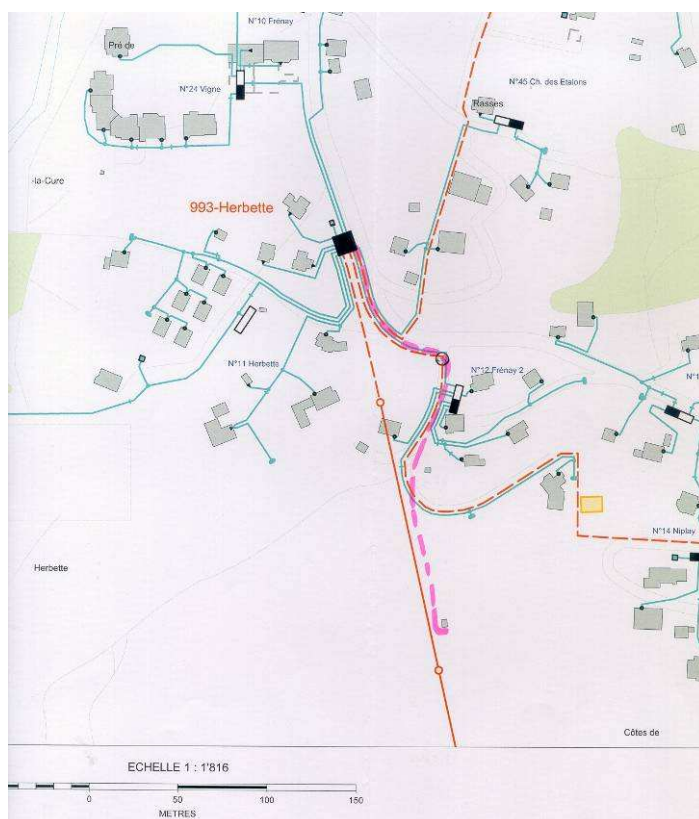


Figure 6 : Raccordement au réseau existant établi par la SEBV

5.3 PRIX DE REVIENT DE L'ÉNERGIE PRODUITE

Le chapitre 4.2 donne l'inventaire des ouvrages déjà réalisés dans le cadre de l'alimentation en eau potable de la commune de St-Gingolph. Pour le turbinage des eaux de la Tine et de Clarive, l'investissement nécessaire se constitue ainsi de l'équipement de la centrale et les vannes et d'une part imputable au turbinage des investissements déjà réalisés, cette part est prise en compte dans le calcul économique du palier inférieur. La part prise pas le turbinage a été prise au 2/3 de l'investissement déjà réalisé. Ainsi, pour ce palier inférieur, les coûts qui se répartissent ainsi :

Part des travaux réalisés imputable au turbinage	CHF	1'350'000
Bâtiment de la centrale	CHF	60'000
Electromécanique	CHF	420'000
By-pass dissipateur	CHF	40'000
Appareillage BT	CHF	30'000
Connexion réseau	CHF	27'000
Saisie des niveaux et contrôle commande	CHF	20'000
Tronçon manquant de la conduite		86'600
Total des investissements	CHF	2'033'600

Ingénierie + divers et imprévus (10% + 15%)	CHF	508'400
Total Général	CHF	2'542'000

Tableau 5 : Répartition des coûts de l'installation

Le calcul du prix de revient est calculé avec un taux d'intérêt de 5 % et une durée d'amortissement de 25 ans. Ceci donne une annuité constante standard de 180'361 CHF (taux de 7.1 %), des frais d'exploitation de 40'000 CHF et ainsi un montant total annuel des frais de 220'361 CHF. Avec la production annuelle prévue, **le prix de revient se monte alors à 10.81 cts/kWh.**

Prix de revient du kWh (Standard)	cts/kWh	10.81
Taux de rétribution	cts/kWh	20.37
Marge annuelle (Standard)	CHF	194'780

Tableau 6 : Prix de revient et marge annuelle

Ainsi la marge annuelle qui pourrait être réalisée selon le taux de rétribution (prix de vente) donnée pour une telle installation avec la nouvelle loi sur l'énergie s'avère, comme prévu, intéressante pour la commune.

6. SUITE DES TRAVAUX

L'établissement des cahiers de charge est l'appel d'offre sera élaboré pour les deux petites centrales. La mise en service pour le turbinage de la Tine à la chambre de régulation à Clarive est prévue pour mai 2009.

7. LISTE DES SYMBOLES

SYMBOLE	UNITÉ	DÉFINITION
E	kWh/an	Production électrique annuelle
g	m/s ²	Accélération de la gravité
H_B	m	Hauteur de chute brute
H_N	m	Hauteur de chute nette
Q_B	m ³ /s	Débit brut
Q_N	m ³ /s	Débit net
P	W	Puissance nette
P_B	W	Puissance brute
η	-	Rendement global de l'installation
ρ	kg/m ³	Masse volumique

8. BIBLIOGRAPHIE

- Loi sur l'énergie LEne du 26 juin 1998 (Etat le 1^{er} mai 2008).
- Loi sur l'approvisionnement en électricité LApEI du 23 mars 2007 (état au 1^{er} avril 2008).
- Ordonnance sur l'approvisionnement en électricité OApEI du 27 juin 2007.
- Instrument pour le calcul du RPC, 25 avril 2008, Programme des Petites Centrales Hydrauliques.

This document is the property of MhyLab and shall not be copied or disclosed to any third party without MhyLab written agreement. Ce document est la propriété de MhyLab et ne doit pas être copié ou transmis à un tiers sans l'accord écrit de MhyLab.

1 Execution

Nbr

Poids Unit

Poids total

Code

Nbr tot

Denomination/Caracteristiques

Pos

Matiere

Observations

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

2500

5000

4500

DN 300

Té de birfurcation pour le dissipateur de Carnot

Vanne de révision DN 200 (longueur à déterminer)

Té 8" 40S

Ø 203

Ø 128

1050

1050

2000

Coude 5" 40S

D1 = 479

Dc 1380

Rex 287

Armoire électrique

Vue en plan

Echelle : 1:50

Déterminé par le constructeur

2000

3500

Hb 210

Ha 330

Niveau d'eau aval maximal

Armoire électrique

Vue en coupe

Echelle : 1:50

Ma0804 St Gingolph Clarive

Turbine Pelton 2 injecteurs,

1500 t/min, H = 321 m,

Qmax = 0.110 m³/s

Croquis d'encombrement

REV.

ENSEMBLE

MODIFICATIONS

POIDS

DATE

DESS.

CONTR.

APPR.

12.06.08

A. Choulot

REV.

MP0804-0002-4

A

[illegible]

This document is the property of MhyLab and shall not be copied or disclosed to any third party without MhyLab written agreement.
Ce document est la propriété de MhyLab et ne doit pas être copié ou transmis à un tiers sans l'accord écrit de MhyLab.

1 Execution

N°r	Poids Unit	Poids total/Evén	Codé	N°r tot

Denomination/Caracteristiques

Pos

Matiere

Observations

D

E

F

G

H

Ma0804 St Gingolph Clarive
Turbine Pelton 2 injecteurs,
1500 t/min, H = 321 m,
Qmax = 0.110 m³/s
Croquis d'encombrement

Armoire électrique

Vue en plan
Echelle : 1:50

2500

5000

4500

2000

1050

1050

Ø 203

Ø 128

Té 8" 40S

Té de bifurcation pour le dissipateur de Carnot

Vanne de révision DN 200 (longueur à déterminer)

Coude 5" 40S

D1 = 479

Dc 1380

Rex 287

Déterminé par le constructeur

2000

3500

Ha 330

Hb 210

Niveau d'eau aval maximal

Armoire électrique

Vue en coupe
Echelle : 1:50

A

B

C

D

E

F

G

H

REV.

ENSEMBLE

MODIFICATIONS

POIDS

DATE

DESS.

CONTR.

APPR.

RESSINE

CONTROLE

APPROUVE

12.06.08

MP0804-0002-4

REV.

A

This document is the property of MhyLab and shall not be copied or disclosed to any third party without MhyLab written agreement.
Ce document est la propriété de MhyLab et ne doit pas être copié ou transmis à un tiers sans l'accord écrit de MhyLab.

Déterminé par le constructeur

Vue en plan
Echelle : 1:50

Armoire électrique

DN 300

Té de bifurcation pour le dissipateur de Carnot

Vanne de révision DN 200 (longueur à déterminer)

Ø 203

Té 8'' 40S

Ø 128

D1 = 479

Dc 1380

Rex 287

Coude 5'' 40S

1050

2000

5000

2500

4500

Armoire électrique

Hb 210

Ha 330

Niveau d'eau aval maximal

2000

3500

Vue en coupe
Echelle : 1:50

Ma0804 St Gingolph Clarive
Turbine Pelton 2 injecteurs,
1500 t/min, H = 321 m,
Qmax = 0.110 m³/s
Croquis d'encombrement

REV.

A

MP0804-0002-4

Laboratoire de Mini-Hydraulique
1354 MONTECHAND

MhyLab

[illegible][illegible]

Pour information uniquement
Non valable pour exécution

[illegible]