

Centrale hydroélectrique de FRAISANS (39)

Sarl SOPEF (Société de Production d'Electricité de Fraisans)

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

RÉGION
BOURGOGNE
FRANCHE
COMTE

Reconstruction d'une centrale hydroélectrique avec amélioration de la continuité écologique

LA CENTRALE EN BREF

En 2010, sur la base d'un droit fondé en titre, les propriétaires du site des anciennes Forges de Fraisans décident de redonner vie à la centrale hydroélectrique datant des années 1930. Ils reconstruisent une nouvelle installation mise en route début 2012. Le choix de la technique VLH (Very low head) et la détermination des maîtres d'ouvrage ont permis de réaliser l'opération en seulement deux ans. Avec cet équipement de 400 kW, les propriétaires n'excluent pas d'investir à nouveau pour optimiser le droit fondé en titre du site reconnu à 851 kW. Au regard de l'ancienneté de la centrale, les coûts et les aménagements de cette réalisation s'apparentent à ceux d'une installation neuve.



▷ L'ancienne installation hydroélectrique avant transformation

TRAVAUX RÉALISÉS

- Dépose des anciens équipements hydroélectriques.
- Dépose et reconstruction d'un pont pour implantation des turbines immergées.
- Installation de deux turbines immergées de type Kaplan (module VLH) pour un total de 400 kW en rive gauche.
- Dans un bâtiment existant, installation des équipements électriques associés (centrales de commande, transformateurs, suivi à distance).
- Installation d'une drome flottante à l'entrée du canal d'amenée.
- Réalisation d'une passe à poissons en rive droite.
- Nettoyage et curage du canal de fuite (pour conserver une hauteur de chute optimale).

Puissance installée : 400 kW
Hauteur de chute nette : 1,77 m
Production attendue : 2 085 000 kWh/an



▷ L'installation actuelle avec les 2 groupes VLH immergés et le local technique réaménagé



▷ A l'intérieur de la propriété, le pont de circulation a été démolé puis reconstruit afin de modifier la taille de la pile centrale et permettre une meilleure circulation de l'eau dans les VLH



▷ Pose des deux groupes VLH en décembre 2011



CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DE L'INSTALLATION

Cours d'eau	Doubs
Classement environnement du cours d'eau (loi LEMA)	Non classé à cet endroit
Module interannuel	104 m ³ /s
Date de mise en service	Janvier 2012
Hauteur de chute	1,86 m brute / 1,77 m nette
Longueur du tronçon court-circuité	300 m
Débit turbinable (débit maximal dérivé)	30 m ³ /s (15 m ³ /s par turbine)
Débit réservé	11 m ³ /s
Puissance maximale autorisée (reconnue)	Fondé en titre de 662 kW (rive gauche) et 189 kW (rive droite) soit un potentiel de 851 kW
Puissance installée	400 kW électriques (sur rive gauche)
Turbines	Deux groupes immergés VLH DN 4000 de 4 m de diamètre et 200 kW chacun (avec turbine de type Kaplan)
Production annuelle moyenne	moyenne sur 4 ans (2012 à 2015) : 2 085 000 kWh/an (variation de 1 588 000 et 2 401 000 kWh/an) correspondant à une substitution de 179 TEP (tonnes équivalent pétrole)
Équivalence énergétique	Consommation annuelle de 772 foyers (électricité spécifique / base REMODECE 2.700 kWh/an/foyer)
Réchauffement climatique (gaz à effet de serre évité)	584 tonnes de CO ₂ évitées par an* soit l'équivalent des émissions d'une voiture particulière parcourant 3 450 000 km**. *par rapport à une production d'électricité par cycle combiné à gaz **base de calcul = 0,169 kg CO ₂ /km (moyenne des émissions du parc de véhicules particuliers en France)
Tarif d'achat (en cours)	Tarif règlementé H07 à deux composantes (Été/Hiver) pour une durée de 20 ans (2012-2032) Prix moyen annuel d'achat du kWh : 9,95 c€ (2012-2015)

BILAN FINANCIER

Montant des investissements (HT)

FRAIS D'ÉTUDES*	Montant
Recherche du droit d'eau (existence et consistance légale)	2 800 €
Etude de faisabilité (énergie et environnement)	9 000 €
Dossier d'autorisation (étude d'impact)	9 200 €
Etude travaux en rivière et passe à poissons	3 900 €
Géomètre (relevés topographiques et profil du barrage)	12 525 €
TOTAL	37 425 €

* Aide ADEME : 35 % de 14 225 € HT soit 4 978,75 € + aide Conseil général du Jura : 35 % de 19 125 € HT soit 6 693,75 €
Total des aides aux études : 11 672,50 € soit un coût résiduel pour le maître d'ouvrage de 25 750 €

TRAVAUX	Montant	%
Ingénierie / Maîtrise d'œuvre Géomètre (compléments à l'étude de 2010)	72 000 €	3 %
Ensemble hydroélectrique (groupes VLH)	1 000 000 €	47 %
Génie civil et raccordement électrique	700 000 €	33 %
Passe à poissons	360 000 €	17 %
TOTAL	2 132 000 €	

Ratio investissement €HT/kW installé	4 524 €/kW (sans la passe à poissons) 5 424 €/kW (avec la passe à poissons)
--------------------------------------	--

Financement des travaux

OBJET	Montant	%
Subvention de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse soutien à la continuité écologique (80 % de la passe à poissons)	288 000 €	13 %
Emprunt sur 12 ans (Oséo + Crédit agricole)	1 400 000 €	66 %
Autofinancement	444 000 €	21 %
TOTAL	2 132 000 €	

Rentabilité

Recette brute annuelle (moyenne sur 4 ans)	207 450 €/an
Remboursement d'emprunt	156 000 €/an
Assurances	14 000 €/an
Frais de location immobilière	12 000 €/an
Rémunération du gardien	12 000 €/an
Frais de maintenance (petit entretien et fournitures)	9 600 €/an
Redevance EDF	2 500 €/an
Redevance Agence de l'Eau	1 800 €/an
Temps de retour brut (TRB) des travaux	10 ans hors subventions 9 ans avec subventions

LA TURBINE VLH

Le turbogénérateur VLH (Very low head ou très faible hauteur de chute) est un système immergé comprenant un dégrilleur rotatif intégré, un distributeur faisant office de grille de protection, une turbine de type Kaplan simple réglage avec pales de grand diamètre à ouverture variable et un générateur de courant à aimants permanents et vitesse variable. Les pales ont la particularité de pouvoir se fermer (au contact l'une de l'autre) et ainsi permettre la coupure du débit et l'arrêt de l'installation si besoin. L'ensemble est installé sur un système de relevage hydraulique permettant la maintenance et l'entretien. Le relevage permet aussi d'augmenter la capacité d'évacuation des eaux en période de crue. Avec un diamètre de roue allant de 3,15 à 5 m, la puissance unitaire va de 100 à 500 kW. L'utilisation est réservée aux faibles chutes (entre 1,5 et 4,5 m) avec une plage de débit allant de 10 à 27 m³/s.

À Fraisans, chaque bloc (VLH DN 4000) possède :

- une turbine de 4 m de diamètre avec 8 pales orientables ;
- une puissance de 200 kW électriques pour un débit nominal de 15 m³/s (maximum turbiné) ;
- un débit d'armement de 3 m³/s (soit 20 % du débit nominal).

La gestion du niveau d'eau amont, avec respect de la consigne de +/-1 cm, est faite de façon continue avec une sonde de niveau régulant l'ouverture des pales des turbines.

AVANTAGES

- la pose nécessite peu de travaux de génie civil (ce qui permet de compenser le coût du turbogénérateur plus élevé qu'un ensemble classique turbine/générateur équivalent) ;
- le dégrilleur est intégré au bloc de VLH ;
- ce système immergé présente un faible impact visuel et sonore ;
- l'ensemble VLH est ichtyocompatible (faible impact sur les espèces piscicoles). La turbine dispose de grands espaces entre ses directrices et ses pales ; sa vitesse de rotation est très faible (< 40 tr/mn) avec un écoulement de l'eau inférieur à 2 m/s, ce qui permet un passage aisé des espèces.



▷ Exemple de VLH (4,5 m de diamètre - 410 kW sous 2,5 m de chute brute), © MJ2 Technologies

INCONVÉNIENTS

- comme tout système immergé, les interventions d'entretien nécessitent un batardage temporaire en amont des turbines ;
- pour des raisons de sécurité et de simplicité, le constructeur ne souhaite pas automatiser le niveau de pression d'air à l'intérieur du bulbe immergé, ce qui oblige à un contrôle visuel régulier de celle-ci et à son réglage manuel.

CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE

Depuis le moyen-âge, un barrage de type poids de 360 m de long est implanté au niveau de la centrale. Ce barrage est aussi utilisé par Voies navigables de France pour réguler le niveau de l'eau nécessaire à la navigation dans le canal du Rhône au Rhin. Le barrage ne possédant pas de passe à poissons, il a été demandé aux maîtres d'ouvrage d'en installer une lors de la réhabilitation de la centrale.

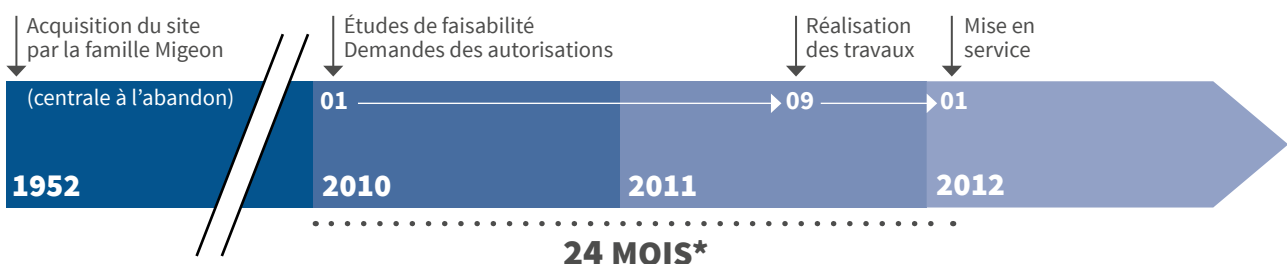
Après une étude de dimensionnement hydraulique, réalisée en 2011 par le cabinet Reilé (25), une passe à poissons a été implantée en rive droite du Doubs (rive opposée) en extrémité du barrage. À cet endroit, la pente est relativement faible et propice à l'installation d'une passe, dite « naturelle », de type rampe partielle avec enrochements régulièrement répartis.

Cette passe a été préférée au type « passe à bassins successifs » en raison du transit d'une plus large variété d'espèces piscicoles, d'un bon fonctionnement quel que soit le niveau d'enneigement aval et d'un entretien réduit. L'intégralité du fond de la rampe est pavée pour éviter l'érosion et augmenter la rugosité. Pour que les poissons trouvent cette passe, il a été décidé de l'implanter en rive droite en amont du barrage et d'y injecter un minimum de 800 l/s (pour un débit de 11 m³/s dans le tronçon court-circuité). Des échancrures positionnées en rive droite du seuil complètent le dispositif de circulation piscicole. Le coût de la passe est de 360 000 € HT.



▷ La passe à poissons de type rampe partielle avec enrochements régulièrement répartis

PLANNING DE RÉALISATION DES AMÉNAGEMENTS



*Ce délai relativement court provient d'une reconnaissance du droit fondé en titre obtenue avant la réalisation des études.





Habitués à la gestion de projets industriels, nous avons mené les différentes étapes en 24 mois

TÉMOIGNAGE D'ALAIN MIGEON
Cogérant de la Sarl SOPEF



Alain Migeon et Philippe Lafaurie,
cogérants de la Sarl SOPEF

Très attaché au devenir du site des anciennes Forges de Fraisans achetées par mon père en 1952 et suite à la visite d'un site équipé de turbines VLH à Millau en 2009, nous avons décidé, avec mon beau-frère, de réaménager l'installation hydroélectrique à l'abandon depuis 1930 avec cette technologie. La VLH a comme avantage un très bon rapport prix/efficacité.

Techniquement, nous sommes très satisfaits de cet équipement que nous avons réussi à mettre en place très rapidement grâce, notamment, à un génie civil simple et préfabriqué pour partie. Une fois celui-ci réalisé, il n'a fallu qu'une semaine pour l'installation complète des deux groupes VLH.

Habitués à la gestion de projets industriels, nous avons su mener de front les différentes étapes administratives, techniques et financières pour construire l'installation en peu de temps. Par contre, depuis la mise en route, nous n'avons pas été gâtés concernant l'hydrologie : entre les périodes de sécheresse et les périodes de crues, nous n'avons pas pu atteindre nos objectifs de production et donc de recettes. Par exemple, en 2015, nous avons subi une perte d'environ 40 000 € de chiffres d'affaires. Il nous faudra donc a minima une année normale de production pour compenser cette perte.

Cela ne remet pas en cause notre attachement à la petite hydroélectricité mais nous oblige à être vigilants sur tous nos postes de dépenses et à compresser tous ceux qui peuvent l'être, comme par exemple les assurances. Alors que nous pensions rapidement investir sur d'autres sites ou compléter celui-ci, nous sommes actuellement contraints de revoir notre business-plan et nos projets.



EN SAVOIR PLUS sur la micro hydroélectricité

Informations, guides et fiches régionales

→ À télécharger sur :
www.bourgogne-franche-comte.ademe.fr
recherche par mot-clé «hydroélectricité»



Fiche réalisée dans le cadre d'un programme financé par l'ADEME Bourgogne-Franche-Comté et la Région Bourgogne-Franche-Comté

**RÉGION
BOURGOGNE
FRANCHE
COMTÉ**

ADEME

Direction régionale Bourgogne-Franche-Comté
44 rue de Belfort - 25000 Besançon

Site de Dijon
15 boulevard de Brosse - 21000 Dijon

Tél. 03 81 25 50 00 - ademe.bourgognefranchecomte@ademe.fr
www.bourgogne-franche-comte.ademe.fr

ADEME Bourgogne-Franche-Comté - octobre 2017
Rédaction : Green Coaching Communication et ADEME - Mise en page : www.tuttiquanti.net
Crédits photos : ADEME Bourgogne-Franche-Comté, Association Bourgogne Énergies Renouvelables, Cabinet d'études REILÉ, Bernard Lasnier - Remerciements : Marc Leclerc (MJ2 Technologies), Alain Migeon (SOPEF), Pascal Reilé (Cabinet d'études REILÉ).