

Centrale hydroélectrique à PERROY (58)

Moulin de la Motte Josserand - Entreprise individuelle Monsieur Daniel Amiot

ADEME



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

RÉGION
BOURGOGNE
FRANCHE
COMTE

Transformation d'un moulin à farine en centrale hydroélectrique avec amélioration de la continuité écologique

LA CENTRALE EN BREF

Utilisé comme moulin à farine jusqu'en 1972 par la famille Amiot, meuniers à Perroy, le site n'était plus exploité malgré un droit fondé en titre existant. Après avoir acheté les parts familiales en indivision, le propriétaire actuel, Daniel Amiot, boulanger à la retraite et ancien exploitant du moulin, a entamé, en 2013, une réflexion pour redonner vie à la production d'énergie. En septembre 2014, il a lancé une étude de faisabilité pour la production d'électricité. Le droit fondé en titre a été reconnu en juillet 2015.

Après avoir un moment envisagé l'installation d'une vis hydrodynamique, il a choisi de mettre en place 2 turbines Kaplan à axe incliné, demandant moins d'aménagements de génie civil. Après des travaux de restauration du bâtiment entrepris dès 2014, il a effectué les travaux de mise en place de la partie hydroélectricité entre juillet et décembre 2017. La mise en service a eu lieu en février 2018 avec un contrat d'achat réglementé H07, établi sur 20 ans. Une prise d'eau ichtyocompatible et des améliorations de la circulation piscicole ont été réalisées pour permettre une meilleure prise en compte de la continuité écologique sur ce site.

Puissance installée : 31 kW (2 turbines de 9 kW et 22 kW)

Hauteur de chute brute : 2,70 m

Production attendue : 120 000 à 140 000 kWh/an (130 000 kWh/an pour un année moyenne)

TRAVAUX RÉALISÉS

- création d'une nouvelle chambre d'eau en sortie du moulin pour augmentation de la hauteur de chute
- installation de 2 ensembles hydroélectriques de 9 kW et 22 kW avec turbines Kaplan simple réglage
- création d'une prise d'eau ichtyocompatible
- raccordement au réseau électrique
- aménagement de la rivière de contournement existante pour améliorer la circulation piscicole (renforcement de l'enrochement, diminution des vitesses d'écoulement)



▷ Vue d'ensemble de l'ancien moulin à farine avec l'entrée d'eau aménagée

© Daniel Amiot



▷ Vue d'ensemble du bâtiment avec la nouvelle chambre d'eau et l'implantation des turbines en sortie du moulin

© ADEME Bourgogne-Franche-Comté



▷ Le propriétaire du moulin à côté des groupes Andritz Hydro de 22 kW et 9 kW

© Daniel Amiot



CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DE L'INSTALLATION

Cours d'eau	Nohain
Classement environnement du cours d'eau (loi LEMA)	liste 2 (site avec obligation de restauration de la continuité écologique avant fin 2018)
Module interannuel	1,5 m ³ /s
Date de mise en service	février 2018
Hauteur de chute	2,70 m brute
Tronçon court-circuité	800 m
Débit turbinable (débit maximal dérivé)	1,6 m ³ /s
Débit réservé	0,15 m ³ /s (1/10 ^e du module de la rivière)
Puissance maximale autorisée (reconnue)	35,3 kW (reconnue par droit fondé en titre)
Puissance installée	31 kW (puissance électrique à la sortie des générateurs)
Turbines existantes	aucune (organe de production démonté depuis plusieurs années)
Nouvel équipement	2 groupes Andritz Hydro Mini Grid Série avec turbines Kaplan simple réglage de 9 kW et 22 kW
Production annuelle moyenne	130 000 kWh/an correspondant à une substitution de 11,2 TEP/an (Tonnes Équivalent Pétrole)
Équivalence énergétique	Consommation annuelle (hors chauffage et eau chaude) de 48 foyers (source CEREN et REMODECE, base : 2 700 kWh/an/foyer)
Réchauffement climatique (gaz à effet de serre évité)	36,4 tonnes de CO ₂ évitées par an* soit l'équivalent des émissions d'une voiture particulière parcourant 215 000 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 réglementé H07 à 2 composantes (Été/Hiver) pour une durée de 20 ans (2018-2038) Prix moyen annuel d'achat du kWh : 10 c€/kWh (estimation 2018)

BILAN FINANCIER

Montant des investissements (HT)

FRAIS D'ÉTUDES	Montant
Étude de faisabilité technico-économique et environnementale (aidée à 70 % sur coût maxi de 20 000 € soit 4 955 €* versés par l'ADEME Bourgogne au titre du PECB** 2014)	5 900 €
Montage du dossier administratif (Assistance Paul Joliet - SAS Jileo)	1 800 €
TOTAL	7 700 €

* aide calculée sur le montant TTC (7 080 €) car il n'y a pas eu récupération de la TVA par le bénéficiaire

** PECB : Programme Energie Climat Bourgogne (programme conjoint de l'ADEME et de la Région Bourgogne avant la fusion des régions)

TRAVAUX	Montant HT	%
Assistance à la maîtrise d'ouvrage	5 000 €	2,2 %
Géomètre	1 200 €	0,5 %
Achat et pose de palplanches	6 317 €	2,7 %
Terrassement et travaux de génie civil	49 775 €	21,6 %
Aménagement de la prise d'eau avec grille ichtyocompatible	9 950 €	4,3 %
Matériel hydroélectrique (fourniture, pose et mise en service des turbines, alternateurs et équipements électriques)	126 000 €	54,8 %
Raccordement au réseau électrique	6 758 €	2,9 %
Amélioration de la circulation piscicole (continuité écologique)	5 000 €	2,2 %
Réserves pour installations ultérieures, selon nécessité, d'un dégrilleur* et d'une automatisation du vannage	20 000 €	8,7 %
TOTAL	230 000 €	

* Au moment de la mise en service, M. Amiot n'a pas souhaité installer de dégrilleur pour des raisons sonores et pour conserver l'esthétique du site. Résidant à proximité, il effectue le dégrillage manuellement.

Ratio investissement	7 258 € HT/kW (hors continuité écologique)
€/kW installé	7 419 € HT/kW (avec continuité écologique)

Financement des investissements (hors études)

NB : le montant des subventions présentées est établi pour la réalisation complète du programme de travaux envisagé et il pourra être diminué si les dépenses sont inférieures. Les montants finaux versés seront calculés à la fin des travaux.

OBJET	Montant	%
Subvention de la Région Bourgogne-Franche-Comté (au titre du PECB* 2016) - production d'énergie renouvelable (65 % de l'assiette de dépenses éligibles)	126 100 €	55 %
- continuité écologique (50 % de l'assiette de dépenses éligibles)	2 500 €	1 %
Autofinancement**	101 400 €	44 %
TOTAL	230 000 €	

* PECB : Programme Energie Climat Bourgogne (programme conjoint de l'ADEME et de la Région Bourgogne avant la fusion des régions)

** M. Amiot a contracté sur 8 mois un prêt-relais de 60 000 € pour tenir compte des avances nécessaires avant versements des subventions et remboursement de la TVA

Rentabilité

Recette brute annuelle (prévisionnel 2018)	13 000 €/an
Remboursement de l'emprunt (autofinancement et prêt relais sur 8 mois)	sans objet 1 303 €/an
Frais d'assurances (comprenant l'assurance globale du bâtiment de 1 200 m ² et de la centrale)	500 €/an (prévision pour l'année 2018)
Frais de maintenance (petit entretien et fournitures)	320 €/an
Frais de comptabilité (cabinet comptable)	320 €/an
Imposition forfaitaire sur les entreprises de réseau (IFER) (puissance installée inférieure à 100 kW)	sans objet
Redevance d'accès au réseau public d'électricité (TURPE / Enedis)	57 €/an
Redevance Agence de l'Eau Loire Bretagne (volume d'eau turbinée non taxable)	sans objet
TOTAL charges annuelles (prévisionnel 2018)	2 180 €/an soit 17 % de la recette brute annuelle
Recette nette annuelle (prévisionnel 2018)	10 820 €/an
Temps de retour brut (TRB) des travaux	21,3 ans (hors subventions) 9,4 ans (avec subventions)

DÉTAILS DE L'INSTALLATION

Choix du type de turbines

Alors que l'étude de faisabilité proposait 2 solutions, M. Amiot a préféré la mise en place de turbines plutôt qu'une vis hydrodynamique. Etant en site classé, la réalisation d'importants travaux de génie civil pour la mise en place de la vis hydrodynamique semblait délicate pour l'exploitant. Pour ce site, l'installation d'un ensemble avec 2 turbines est apparue moins compliquée. Avec l'appui de son assistant à maîtrise d'ouvrage, le choix s'est porté sur des groupes Andritz Hydro « turbines-générateurs » spécialement adaptés aux petites chutes et aux faibles puissances. De plus, le choix de 2 groupes de puissances différentes permet une optimisation de la production en faisant fonctionner la plus petite machine lors des plus petits débits.

Optimisation de la hauteur de chute

Au cours de la réflexion finale sur l'implantation des 2 groupes hydroélectriques, il est apparu une possibilité d'optimisation de la hauteur de chute par une modification de l'emplacement de la chambre d'eau. Ainsi, l'augmentation de la hauteur de chute de 40 cm a permis de gagner environ 25% sur la puissance initialement prévue. Cette optimisation a été possible car elle n'entraînait pas de dépassement de la puissance légale autorisée.

Gestion technique

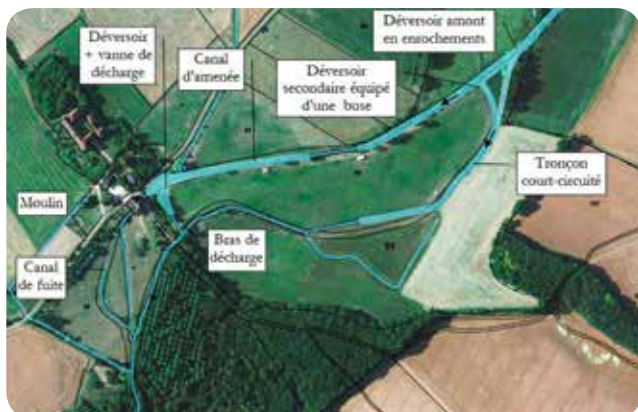
M. Amiot, résidant à proximité du moulin, effectue le gardiennage et la surveillance. Cependant, l'installation pourra être supervisée à distance.

AMÉLIORATION DE LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE

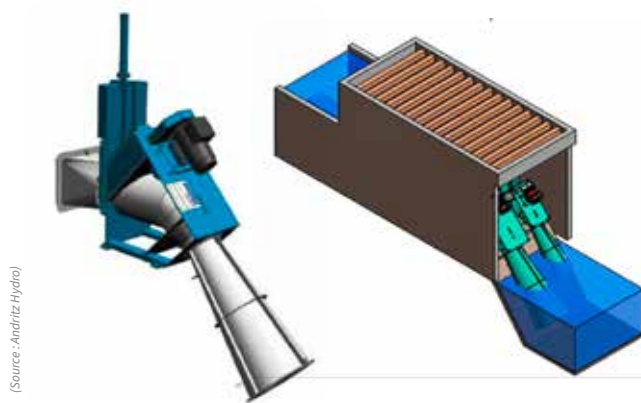
- Installation d'une prise d'eau ichtyocompatible avec grille d'entrée hydrodynamique dotée d'un profil « têtard », d'un espacement de 20 mm et inclinée à 40 degrés. La prise d'eau respecte les consignes demandées par l'AFB (ex-Onema).
- Amélioration de la circulation piscicole grâce à la modification de la rivière de contournement (existante) avec renforcement de l'enrochement et réduction des vitesses d'écoulement.



➤ Vue de la prise d'eau rénoverée et ichtyocompatible avec la grille inclinée



➤ Vue aérienne du site

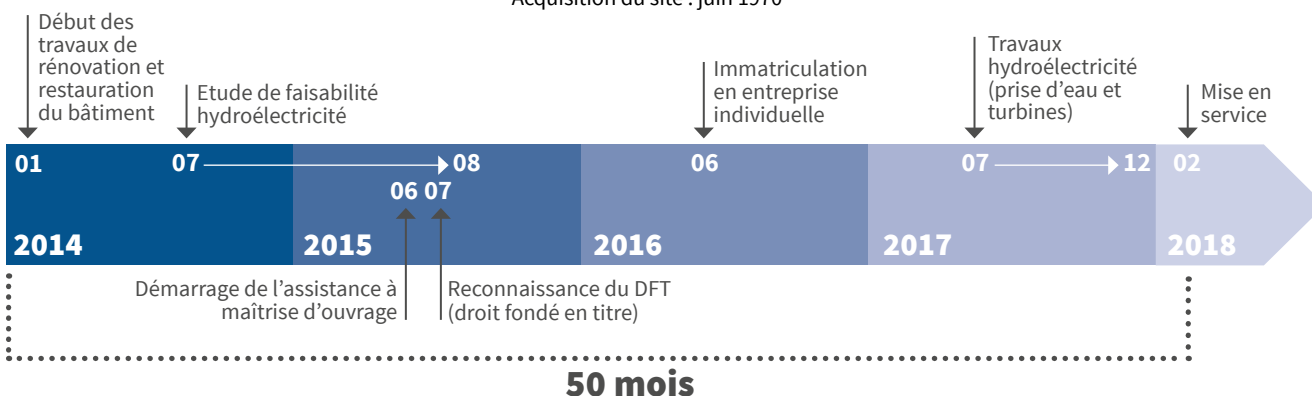


➤ Schéma d'un groupe Andritz Hydro Mini Grid Série intégrant une turbine Kaplan simple réglage

➤ Schéma d'implantation des groupes de 22 kW et 9 kW

PLANNING DE RÉALISATION DES AMÉNAGEMENTS

Acquisition du site : juin 1970





Un projet qui me tenait à cœur pour préserver un patrimoine et assurer une production locale d'énergie

TÉMOIGNAGE DE DANIEL AMIOT
Propriétaire et gérant du site



C'est autant par goût pour les énergies renouvelables que par sensibilité familiale que j'ai voulu redonner une vie énergétique à ce moulin ayant appartenu à mon père. De nombreux habitants se sont intéressés à mon projet et c'est une motivation supplémentaire car, à désormais 70 ans, je réalise plutôt ces travaux pour les générations futures.

J'ai souhaité faire une partie des travaux par moi-même, notamment en petite maçonnerie, pour optimiser la rentabilité de ce site de petite puissance. Ayant les fonds disponibles pour couvrir le montant des dépenses restant à ma charge, je n'ai pas eu besoin d'emprunter. J'ai seulement cherché à obtenir un prêt relais et une autorisation de découvert me permettant de gérer le fonds de roulement nécessaire aux avances avant le versement des subventions et le remboursement de la TVA. Mais, à 70 ans, les banquiers sont frileux pour vous financer. Ma banque personnelle n'a pas souhaité m'accompagner et j'ai dû me retourner vers un autre établissement bancaire local qui a accepté malgré mon âge.

N'ayant pas d'expérience dans le domaine de l'hydroélectricité, j'ai choisi de me faire accompagner par un assistant à maîtrise d'ouvrage pour la partie administrative et les travaux. Il s'agit de Paul Joliet de la SAS Jileo, lui-même producteur. Tout en restant maître de mes décisions, cela m'a permis de trouver, avec lui, des solutions d'optimisation tout au long du chantier et de faciliter le déroulement des travaux grâce à son anticipation et à sa bonne connaissance des tâches à enchaîner.



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



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