

ÉNERGIES RENOUVELABLES EN BOURGOGNE

PETITES CENTRALES HYDROÉLECTRIQUES

Avallon (89) / Canal de fuite



Cuisery (71)

Centrale et biscuiterie



Drambon (21)

La Bèze à l'entrée de la centrale



Arleuf (58) / Turbine



Grâce à ses 12 000 km de rivières et à ses lacs, la Bourgogne produit 180 GWh (millions de kWh) d'électricité hydraulique : l'équivalent de la consommation de 45 000 foyers. La puissance installée est de 53 MW.

Le potentiel de développement des Petites Centrales Hydroélectriques (PCH, puissance inférieure à 10 MW) est important, avec notamment la rénovation des anciens seuils et moulins.

L'HYDRAULIQUE : l'énergie qui coule de source !

Développement local

Les microcentrales fournissent une énergie abondante et de qualité. Elles apportent des revenus stables aux propriétaires et exploitants. Elles peuvent permettre à des communes rurales de développer des activités économiques, générant des emplois locaux. L'ensemble de la filière française de la petite hydroélectricité représente près de 5 000 emplois.

Compétitive

Le chiffre d'affaire généré par les microcentrales est relativement stable et n'est pas soumis aux fluctuations du marché. Bénéficiant d'une production maximale l'hiver, période de forte consommation, l'hydroélectricité produit une part non négligeable de l'électricité de pointe et est compétitive face aux filières classiques.

Écologique

Issue du cycle de l'eau, l'énergie hydraulique est renouvelable. Une centrale hydraulique ne consomme pas d'eau : l'eau traverse la turbine et est restituée entièrement à la rivière, sans pollution. Elle ne génère ni gaz à effet de serre, ni gaz polluant, ni déchet. Les microcentrales participent à l'équilibre de l'écosystème : des aménagements spécifiques favorisent la vie piscicole et nettoient les cours d'eau des déchets naturels ou «inciviques».

Éprouvée

Si certaines énergies renouvelables doivent leurs performances à des technologies récentes, l'hydroélectricité est née en France à la fin du 18^{ème} siècle. Elle bénéficie d'un très grand savoir-faire. L'expérience française est l'une des plus solides au monde. La micro-hydraulique profite également des dernières avancées : augmentation de la fiabilité, des performances, de l'automatisation (télé-surveillance).



Énergie locale

De par sa nature la micro-hydraulique contribue à l'indépendance énergétique nationale mais aussi locale. La production décentralisée d'électricité renforce la tension du réseau électrique en bout de ligne et diminue les pertes en lignes. Certaines centrales fournissent de l'énergie à des sites non raccordés au réseau électrique.

Fiche réalisée par



avec le soutien du Programme Énergie Climat Bourgogne

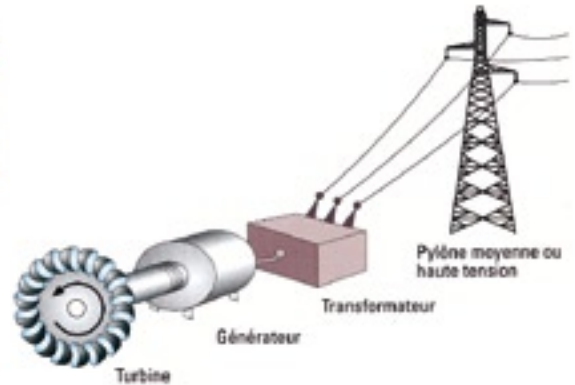
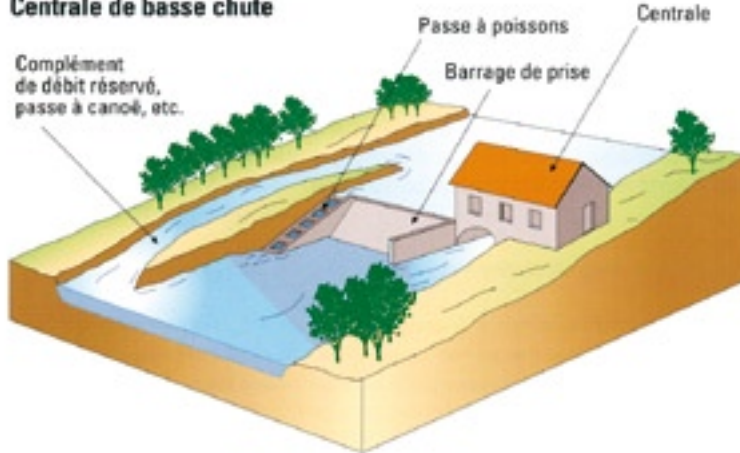


Fonctionnement d'une centrale hydroélectrique

Une petite centrale hydraulique est composée d'ouvrage de prise d'eau (digue ou barrage), d'ouvrage d'amenée et de mise en charge (canal d'amenée ou conduite forcée), d'équipements de production d'énergie (turbine ou roue à aubes, générateur, système de régulation, transformateur) et d'ouvrage de restitution (canal de fuite).

Elle utilise l'énergie d'un cours d'eau pour entraîner une turbine, l'alternateur transforme cette énergie en électricité soit pour l'injecter sur le réseau électrique soit pour alimenter un site isolé (non raccordé au réseau électrique).

Centrale de basse chute



source ADEME

Turbine

Il existe deux catégories de turbines hydrauliques :



Turbine Francis

- à action

(turbine Pelton ou Banki).

L'eau arrive à la vitesse maximale dans l'injecteur. L'énergie du jet entraîne la rotation de la roue et l'eau ressort en pluie.

- à réaction

(turbine Francis ou Kaplan).

L'eau est guidée par le distributeur pour rentrer sans choc dans la roue. L'eau est à la vitesse maximale à la sortie de la roue.

Les caractéristiques du site (hauteur de chute et débit) et la vitesse de rotation de l'arbre guideront le choix de la turbine, en première approche :

- Basses chutes (2 à 10 mètres) : turbine Kaplan
- Moyennes chutes : (5 à 100 mètres) : turbine Francis ou Banki
- Hautes chutes (50 à 400 mètres) : turbine Pelton

A noter pour les basses chutes, on peut utiliser une roue à aubes mais les puissances électriques resteront faibles.

Générateur

Une fois mise en mouvement, la turbine entraîne, directement ou grâce à un multiplicateur, un générateur de courant qui transforme l'énergie mécanique disponible sur l'arbre en énergie électrique. Il existe des générateurs synchrones (ou alternateurs pour des unités de puissance supérieure à 2 000 kW ou pour les sites isolés) et les générateurs asynchrones (ou génératrices dans le cas d'une vente de l'électricité au réseau ou pour une puissance inférieure à 2 000 kW).

Selon les cas, un multiplicateur adaptera la vitesse de rotation de la turbine (ou roue à aubes) à la vitesse du générateur.

Principales caractéristiques

Quatre caractéristiques permettent d'évaluer le potentiel d'un site hydraulique :

1. Hauteur de chute :

La hauteur de chute brute (H_b) est la différence d'altitude entre le niveau de la prise d'eau et le niveau de restitution de l'eau. La hauteur de chute nette (H_n) tient compte des pertes de charges hydrauliques exprimées en mètre dans les ouvrages d'amenée et de restitution.

2. Débit :

Pour caractériser l'hydrologie d'un site, il faut disposer d'au moins 5 ans d'enregistrement des débits (fluctuation et régularité).

A consulter :

la base de données HYDRO sur le site www.hydro.eaufrance.fr

Plusieurs types de débits sont à prendre en compte pour l'estimation du potentiel du site.

Le débit moyen annuel ou «module» (Q_{module}) : il est déterminé sur cinq années minimum.

Le débit d'équipement ($Q_{\text{équipement}}$) : c'est le débit maximum que peuvent turbiner les équipements de la centrale.

Le débit réservé : c'est le débit minimal qui doit s'écouler dans le lit du cours d'eau pour garantir en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces.

Tous ces débits s'expriment en m^3/s .

3. Puissance :

La puissance maximale brute est la puissance potentielle de l'aménagement : $P_{\text{mb}} [\text{kW}] = 9,81 \times Q_{\text{module}} [\text{m}^3/\text{s}] \times H_b [\text{m}]$. La puissance électrique est la puissance effective de l'aménagement et tient compte du rendement turbine / générateur : $P_{\text{électrique}} [\text{kW}] = 7 \times Q_{\text{équipement}} [\text{m}^3/\text{s}] \times H_n [\text{m}]$.

4. Production :

La production va dépendre du nombre d'heures de fonctionnement en équivalent pleine puissance. En première approche, on peut estimer la production à : $E [\text{kWh}] = 3\,500 [\text{heures}] \times P_{\text{électrique}} [\text{kW}]$. L'énergie produite dépendra du temps de production aux divers débits du cours d'eau. Selon le type de turbine, le rendement peut être très sensible aux variations par rapport au débit nominal de l'équipement ($Q_{\text{équipement}}$).

Qui peut exploiter une microcentrale ?

Tout le monde peut devenir exploitant, que ce soit pour l'autoconsommation, la vente au réseau électrique ou une production mixte (vente du surplus non consommé). L'obligation d'achat de l'électricité hydraulique concerne les centrales de puissance inférieure à 12 Mégawatts (MW).

Comment devenir exploitant ?

Il faut identifier un site propice : conjugaison d'un débit favorable et d'une hauteur de chute suffisante. Dans tous les cas, il est indispensable de faire une étude préliminaire globale. La réhabilitation d'un ancien moulin peut être une excellente occasion de mettre en place un projet. Le coût du génie civil représentant une part importante des dépenses, la valorisation de l'existant contribue à diminuer les investissements nécessaires.

Pour commencer que faut-il étudier ?

1. Les contraintes environnementales : classification du cours d'eau (réservé, classé ou aucun des deux), présence de mesures de protection du milieu naturel (protection biotope, site Natura 2000...), proximité d'habitation (nuisances sonores), intégration paysagère.

2. Le droit d'utilisation de l'eau :

- soit le droit d'eau est «fondé en titre» (il faut prouver l'existence du fondé en titre et que l'exploitation de la chute d'eau est antérieure à 1789 en recherchant sur les cartes de Cassini).

- soit le droit d'eau fait l'objet d'une demande d'autorisation à la préfecture (pour la création d'un nouveau site ou pour une augmentation de puissance d'une centrale existante).

3. Etude de faisabilité : un bureau d'études spécialisé évaluera le potentiel hydraulique et électrique du site. Cette étude pourra bénéficier d'aides financières de la part de collectivités ou d'organismes publics.

4. Les possibilités de raccordement au réseau électrique : à quelle distance et à quelle tension électrique ?

Quelles démarches ?

Pour dériver et aménager un cours d'eau non classé ou non réservé (le Conseil d'État a listé les cours d'eau classés sur lesquels aucune autorisation pour un nouvel aménagement ne sera donnée), il faut déposer un dossier en préfecture. Ce dossier, assez complexe à élaborer, servira pour la consultation des autorités compétentes (DIREN, DDE, DDAF, Agence de l'Eau, Conseil Supérieur de la Pêche) et des parties concernées (associations de pêcheurs, riverains, ...). C'est en général un bureau d'études spécialisé qui le constituera. Pour un raccordement au réseau public d'électricité et vendre votre production des demandes doivent être effectuées auprès des services de l'État et d'EDF.

Quel est le coût d'une installation ?

Trop variable pour donner un chiffre ! Le coût dépendra des caractéristiques, de la configuration du terrain, de la puissance et de la tension désirées.

Quels sont les tarifs d'achat ?

Le tarif d'achat a été fixé par l'arrêté ministériel du 1er mars 2007 (NOR : INDI0709633A). Dans le cadre de l'obligation d'achat, EDF s'engage à acheter la production selon le tarif fixé par cet arrêté. Le tarif, révisé chaque année, est variable pour chaque site car il dépend de la période de production (hiver ou été), d'une prime pour les installations de puissance inférieure à 3 000 kW et d'une majoration de qualité déterminée par la régularité de la production hivernale. Le contrat d'achat est signé pour une durée de 20 ans. Vous pouvez faire le choix de vendre la totalité de la production ou de vendre le surplus après autoconsommation.

Quels sont les contraintes et avantages environnementaux ?

Le respect du milieu aquatique nécessitera peut-être des aménagements spécifiques (passe à poissons). Afin d'être cohérent avec la démarche de production d'électricité verte, il est nécessaire d'être vigilant sur l'ensemble des impacts de son projet. L'obtention de la certification environnementale ISO 14001 est un plus. Les microcentrales hydrauliques participent à la sauvegarde du patrimoine technique et architectural local, permettant l'entretien de barrages, digues et autres ouvrages séculaires.

Les 2 principaux syndicats regroupant les producteurs autonomes sont :

- **EAF** (Electricité Autonome de France) : www.federation-eaf.org

- **France Hydro-Électricité** (GPAE - ECOWATT) : www.france-hydro-electricite.fr

Plus d'informations auprès de votre Espace **INFO** → **ÉNERGIE**

Exemples de réalisations en Bourgogne

Pour les aides actuelles, se renseigner auprès de votre Espace **INFO** → **ÉNERGIE**



Drambon (21), sur la Bèze

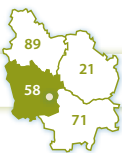


De haut en bas :

- la génératrice.
- le multiplicateur (en bleu)
- l'arbre de la turbine

Le site est une ancienne forge de Louis XIV utilisée pour la fabrication des fûts de canon. Dans les années 1920, le moulin a été équipé de deux turbines et a électrifié le village et les communes environnantes. M. Courtot, fils et petit fils de meuniers, a acquis cette centrale menacée de destruction en 2000 pour la rénover et l'exploiter. Trois années de démarches administratives et de travaux ont été nécessaires.

- **Droit d'eau :** Fondé en titre.
- **Turbines :** 2 FRANCIS de 55 et 190 kW. Mise en service début 2004.
- **Hauteur de chute :** 3,5 m.
- **Débit turbinable :** 8 m³/s.
- **Module du cours d'eau :** 3,9 m³/s.
- **Débit réservé :** 0,4 m³/s.
- **Production annuelle :** 300 000 kWh avec vente de la totalité.
Période de production : Toute l'année, cours d'eau régulier.
Rénovation réalisée sans subvention, travaux entièrement réalisés par le propriétaire.



Arleuf (58), ruisseau de la Motte

M. Roquemaurel, travaillant dans l'hydroélectricité, a racheté la Société Hydroélectrique des Blandins en 2004. Ce site date de 1930.

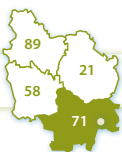
Dégrilleur et prise d'eau



- **Droit d'eau** : Soumis à autorisation préfectorale.
- **Turbines** : FRANCIS de 100 kW.
- **Hauteur de chute** : 25 m.
- **Débit turbinable** : 0,27 m³/s.
- **Module du cours d'eau** : 0,27 m³/s.
- **Débit réservé** : 0,027 m³/s.
- **Production annuelle** : 350 000 kWh avec vente de la totalité.



Génératrice et turbine



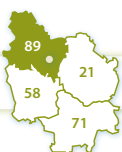
Cuisery (71), sur la Seille

Le Moulin Cochard, dont l'activité de meunerie a été transférée, a été acheté en 2004 par la famille Maret. Elle est ainsi devenue la 14^e famille s'installant sur ce site datant du 13^e siècle. A partir de l'existant, elle y a créée une micro centrale et une biscuiterie.

Multiplificateur (en bleu) et génératrice



- **Droit d'eau** : Fondé en titre.
- **Turbines** : FRANCIS de 210 kW (de 1942).
- **Hauteur de chute** : 2 m.
- **Débit turbinable** : 2,2 m³/s.
- **Module du cours d'eau** : entre 6 et 15 m³/s.
- **Débit réservé** : 2,2 m³/s.
- **Production annuelle** : 300 000 kWh avec vente de la totalité. Une première tranche de 130 kW, sur un potentiel de 250 kW, a été réalisée. Les résultats vont permettre d'orienter le choix de la future turbine, qui sera le prochain investissement.



Avallon (89), sur Le Cousin

Ce site a été répertorié sur la carte de Cassini en 1758. La famille LÉGER en est propriétaire depuis 1897. Equipé d'une turbine en 1902, ce moulin à farine a bénéficié de diverses rénovations dont l'ouverture d'un gîte. Après une étude, elle rénove et complète l'installation afin de vendre l'électricité produite.

Canal d'aménée et dégrilleur



- **Droit d'eau** : Fondé en titre.
- **Turbines** : FRANCIS de 50 kW. Mise en service prévue courant 2008 après rénovation.
- **Hauteur de chute** : 2,75 m.
- **Débit turbinable** : 2,5 m³/s.
- **Module du cours d'eau** : 4,29 m³/s.
- **Débit réservé** : 0,43 m³/s.
- **Production annuelle** : 181 800 kWh (prévisionnels) avec vente de la totalité. Étude et rénovation subventionnées par le Conseil régional de Bourgogne et l'ADEME : aide de 39 280 € pour la rénovation. Temps de retour théorique 11 ans.

Le recours aux énergies renouvelables est complémentaire à une démarche de maîtrise des consommations d'énergie.

INFO → ÉNERGIE



Contactez l'espace **INFO → ÉNERGIE** le plus proche de chez vous !
INFORMATIONS GRATUITES ET INDÉPENDANTES

Liste disponible sur : www.ademe.fr/info-energie
ou au N° azur : 0 810 060 050 (prix d'un appel local)