

HYDROÉLECTRICITÉ
OPTIMISER OU RÉHABILITER UN SITE

Édition 2024

Démarches administratives, techniques et intégration des enjeux de continuité écologique

GUIDE À DESTINATION DES PORTEURS DE PROJETS DE MOINS DE 4,5 MW



POUR QUI ET POURQUOI CE GUIDE ?

Dans le contexte réglementaire national actuel, marqué par la volonté de maintenir et restaurer la continuité écologique des cours d'eau, les projets de centrales hydroélectriques sont réalisés en priorité sur des seuils existants. Reconnus fondés en titre à l'usage de l'eau et/ou autorisés, ils peuvent être optimisés ou remis en service, tout en préservant l'état écologique des cours d'eau. La création de nouvelles retenues pour le turbinage, sur des cours d'eau en très bon état écologique, réservoirs biologiques ou abritant des poissons migrateurs amphihalins, est possible mais beaucoup plus complexe.

Ce guide traite des centrales hydroélectriques raccordées au réseau, d'une puissance inférieure à 4,5 MW. Il s'adresse aux porteurs de projet, propriétaires de site ou investisseurs, qui s'engagent dans des travaux conséquents, avec des temps de retour souvent longs, pour produire une électricité locale, renouvelable, décarbonée et respectueuse de la qualité écologique des cours d'eau. Il aborde les aspects administratifs, techniques et écologiques, afin de faciliter le montage des projets, et ainsi contribuer aux objectifs de transition écologique et atteindre ceux fixés par la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE). Il complète le guide « Montage juridique et financier ».

SOMMAIRE

- 1 NOTIONS À CONNAÎTRE AVANT DE RÉALISER UN PROJET HYDROÉLECTRIQUE p. 3
- 2 ÉTAPES ET DÉMARCHES D'UN PROJET p. 6
- 3 LES COMPOSANTES D'UNE INSTALLATION OPTIMISÉE..... p. 9
- 4 REPÈRES UTILES p. 18

ADEME Bourgogne-Franche-Comté - novembre 2024

Rédaction : Juliette Fihman-Talpin, ADEME et ADERA, à partir des guides précédemment rédigés avec Bernard Lasnier

Mise en page : www.tuttiquanti.net

Crédits photos : ADEME Bourgogne-Franche-Comté, Fabrice Bouveret, Juliette Fihman-Talpin, Bernard Lasnier, Bruno Chatillon, Bruno Coursimault, François Huger (OFB), VNF, VBH, Benoît Gresset.

Remerciements pour leur participation à la rédaction ou à la relecture du guide initial dont cette édition est une mise à jour : Benoît Gresset, mairie de Goeluzin, VBH, OFB Bourgogne-Franche-Comté et Occitanie, association ADERA, bureau d'études Jacquel et Chatillon, DREAL Bourgogne-Franche-Comté, France Hydro Électricité, Région Bourgogne-Franche-Comté.

1 NOTIONS À CONNAÎTRE AVANT DE RÉALISER UN PROJET HYDROÉLECTRIQUE

La toute première étape d'un projet hydroélectrique consiste à connaître différentes informations indispensables à son cadrage sur les plans juridique, écologique et technique.

1.1/ Informations administratives et réglementaires

➔ Droit d'eau

Un ouvrage hydraulique, implanté dans le lit mineur d'un cours d'eau, doit posséder une autorisation pour exploiter la force motrice de l'eau. Cette autorisation est communément appelée « droit d'eau ».

Il existe 2 types de droit d'eau anciens :

– Le droit fondé en titre

- Sur les cours d'eau non domaniaux, il s'agit d'un droit délivré sous le régime féodal par les seigneurs avant la Révolution française, non aboli après le 4 août 1789. Il a valeur d'autorisation perpétuelle même s'il peut être modifié ou supprimé par l'autorité administrative si elle le juge nécessaire dans l'intérêt général.
- Sur les cours d'eau domaniaux, les droits d'eau, acquis avant l'édit de Moulins de 1566, édit royal consacrant l'inaliénabilité du domaine de la couronne (aujourd'hui « domaine public ») dont faisaient partie les cours d'eau navigables ou flottables, valent autorisation d'exploiter.

Pour les provinces rattachées au royaume de France après 1566, la date à prendre en compte est la date du rattachement au royaume de France (ou la date à laquelle le principe de l'inaliénabilité s'est affirmée localement, cas de la Lorraine, de la Savoie et du Comté de Nice).

– Le droit fondé sur titre

Il concerne les ouvrages de moins de 150 kW et réglementés entre la date retenue pour le droit d'eau fondé en titre (voir plus haut) et le 16 octobre 1919.

Il résulte ainsi d'une autorisation nominative délivrée par l'autorité administrative initialement sous la forme d'une ordonnance royale, d'un décret présidentiel ou d'un arrêté préfectoral, qui doit être transférée à chaque changement de propriétaire. Une installation supérieure à 150 kW relève de l'autorisation environnementale.

📌 À NOTER :

Un site hydroélectrique est considéré en état de ruine lorsque les éléments essentiels de l'ouvrage permettant l'utilisation de la force motrice du cours d'eau ont disparu ou qu'il n'en reste que de simples vestiges, de sorte qu'elle ne peut plus être utilisée sans leur reconstruction complète. L'état de ruine conduit à la perte du droit fondé en titre.

Le droit d'eau se caractérise par son existence légale et sa consistance légale.

➔ Existence légale

Pour faire reconnaître un droit fondé en titre, le propriétaire d'un moulin doit présenter l'acte authentique ou toute autre preuve de l'existence autorisée du moulin avant 1789 (localisation sur les cartes de Cassini ou de Belleyme, actes notariés, documents des archives départementales, registres historiques d'enregistrement des usages). Dans le cas du droit fondé sur titre, le propriétaire doit disposer de l'ordonnance royale, du décret présidentiel ou de l'arrêté préfectoral d'origine.

➔ Consistance légale

Il s'agit de faire reconnaître la puissance hydraulique autorisée.

Pour un site fondé en titre, elle est définie par le débit d'eau maximum dérivable et la hauteur de chute brute (voir 1.4) que le moulin utilisait à l'origine de ses droits. Comme le droit fondé en titre est lié à la prise d'eau du moulin et à ses installations permettant l'utilisation de la force motrice de l'eau, il conserve de manière permanente la consistance légale fixée par le titre d'origine. Les modifications apportées aux éléments structurels de la prise d'eau ou au régime des eaux dérivées ne sont pas considérées comme rattachées au droit fondé en titre.

Dans le cas d'un site fondé sur titre, la consistance légale est calculée d'après les caractéristiques du site indiquées dans le règlement d'eau. Il précise le niveau légal maximal de retenue d'eau, les dimensions des installations (vannes de décharge, déversoir...) ainsi que des prescriptions concernant l'exploitation (entretien, gestion, surveillance).

Dans tous les cas, pour ces recherches souvent longues et complexes, il est nécessaire de se faire accompagner par un bureau d'études ou un juriste spécialisé.

➔ Droit d'eau et loi sur l'eau

Les ouvrages hydrauliques fondés en titre ou sur titre demeurent soumis à la loi sur l'eau et les milieux aquatiques, notamment en ce qui concerne :

- les modifications de la puissance motrice,
- le changement de destination et les remises en service,
- la modification du régime des eaux.

Il est donc nécessaire d'informer la police de l'eau de tout projet de réhabilitation ou de modification d'un ouvrage hydraulique disposant d'un droit fondé en titre ou sur titre.

➔ Autorisation environnementale

L'article 1 de la loi du 16 octobre 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique instaure deux régimes d'exploitation des centrales hydroélectriques : la concession, au-delà de 4,5 MW de puissance maximale brute (PMB), qui appartient à l'État, est exploitée par un concessionnaire, et l'autorisation en deçà. Elles donnent lieu à une instruction administrative et à une enquête publique.

Les moulins reconnus fondés en titre ne dépassant pas leur puissance légale et les sites réglementés avant 1919 pour une puissance légale inférieure à 150 kW (fondé sur titre) n'entrent pas dans le périmètre de ce régime d'autorisation.

Toutefois, depuis le 1^{er} juillet 2014, la remise en fonctionnement de l'installation est soumise à une procédure spécifique décrite à l'article R. 214-18-1 du Code de l'environnement, complétée par les décrets n° 2024-704 du 5 juillet 2024 et n° 2024-742 du 6 juillet 2024, et l'administration peut émettre des prescriptions complémentaires. Par ailleurs, au regard du potentiel du site, il peut être judicieux de ne pas se limiter à 150 kW ou à la puissance

légale du fondé en titre mais d'aller vers une procédure d'autorisation complémentaire. Une demande d'autorisation environnementale doit être formulée auprès du préfet afin de se conformer à la loi sur l'eau et les milieux aquatiques. Elle comprend l'autorisation d'exploiter et se traduit par un arrêté préfectoral dit « règlement d'eau » intégrant des prescriptions de police de l'eau (débit réservé, circulations piscicole et sédimentaire...). L'autorisation est délivrée pour une durée maximale de 75 ans



Guide pratique relatif à la police des droits fondés en titre
À télécharger sur <https://hydro-bfc.fr/>

mais ce délai est souvent ramené à 30 ou 40 ans afin d'obliger le pétitionnaire à se mettre plus fréquemment en conformité avec la réglementation. Mais dans certains cas, il est possible de demander une période plus longue (mais dans la limite de 75 ans). Celle-ci peut se justifier par la durée d'amortissement des travaux les plus lourds (génie civil...). L'autorisation est transmise avec la centrale en cas de vente.

1.2/ Caractéristiques foncières et urbanistiques : droit de propriété, documents d'urbanisme

→ Maîtrise foncière

La maîtrise du foncier est un point crucial dans la réussite d'un projet même sur site existant. Comme il va nécessiter l'implantation de nouveaux ouvrages (canal, conduite, bâtiment, dispositif de franchissement piscicole), il faut acquérir les droits de propriété ou de passage des parcelles concernées (servitudes, contraintes d'accès).

→ Règles urbanistiques ou environnementales

Afin d'appréhender les règles urbanistiques ou environnementales du site, des recherches sur les contenus des plans d'aménagement ou de protection de l'environnement doivent être effectuées. Par exemple : plan local d'urbanisme communal ou intercommunal, carte communale, zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF)... En général, les services communaux ou intercommunaux en charge de l'urbanisme disposent de ces informations. Si le projet de centrale se situe dans le périmètre d'un monument historique, il convient d'interroger l'Architecte des bâtiments de France sur les prescriptions de mise en conformité. Dans ce cas, il faudra travailler l'intégration paysagère de la centrale.

Il est important de noter que les centrales hydroélectriques mais aussi les canaux, barrages, digues et passes à poissons, sont dispensés de permis de construire selon l'article R. 421-3b (annexe 9) du Code de l'urbanisme, précisé par l'Annexe Flash DGALN¹ n°09-2014. Cette dispense n'est pas valable en site patrimonial remarquable ou aux abords d'un monument historique.

1.3/ Caractéristiques écologiques et environnementales

En amont du projet, il est essentiel de connaître les caractéristiques écologiques et environnementales du site. Plus le niveau des enjeux écologiques y sera élevé, plus la réalisation du projet risque d'être complexe (voir 3.2.2).

→ Continuité écologique

Notion introduite par la Directive cadre sur l'eau (directive européenne 2000/60/CE du 23 octobre 2000), la continuité écologique d'un cours d'eau est définie comme la libre circulation des organismes vivants et leur accès aux zones indispensables à leur reproduction, leur croissance, leur alimentation ou leur abri, le bon déroulement du transport naturel des sédiments ainsi que le bon fonctionnement des réservoirs biologiques (connexions, notamment latérales, et conditions hydrologiques favorables).

→ Classement des cours d'eau

L'article L. 214-17 du Code de l'environnement, introduit par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques, a réformé les classements des cours d'eau en créant deux listes distinctes :

Liste 1

Elle est établie sur la base des réservoirs biologiques des SDAGE*, c'est-à-dire les portions du cours d'eau comprenant des zones de reproduction ou d'habitat pour différentes espèces cibles, permettant leur répartition dans un ou plusieurs cours d'eau du bassin versant. Il s'agit de cours d'eau en très bon état écologique, nécessitant une protection complète des poissons migrateurs amphihalins (par exemple : alose, lamproie marine, anguille, saumon...). Aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique (article R. 214-109 du Code

* Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux

de l'environnement). Le renouvellement de l'autorisation des ouvrages existants est subordonné à des prescriptions particulières (article L. 214-17 du Code de l'environnement).

Liste 2

Elle concerne les cours d'eau ou tronçons de cours d'eau nécessitant des actions de restauration de la continuité écologique (transport des sédiments et circulation des poissons). Tout ouvrage faisant obstacle doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative.

📌 À NOTER :

Certains cours d'eau ou tronçons de cours d'eau peuvent être classés en liste 1 et en liste 2.
Certains d'entre eux ne sont pas classés.

⊕ EN SAVOIR PLUS :

sur le classement des cours d'eau dans votre région : Consulter la DREAL (Direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement), l'agence de l'eau ou la police de l'eau dont vous dépendez.

1.4/ Caractéristiques techniques

→ Hauteurs de chute (en mètre)

Hauteur de chute brute (Hb) :

C'est la différence d'altitude entre le niveau légal (souvent la crête du barrage ou quelques cm au-dessus) et le niveau d'eau à la confluence avec la rivière (point de restitution de l'eau).

Hauteur de chute nette (Hn) :

Elle tient compte des pertes de charges hydrauliques au droit de la turbine et dans les ouvrages d'amenée et de restitution de l'eau.

📌 À NOTER :

L'écart entre Hb et Hn peut être très important, notamment dans le cas d'un canal d'amenée ou de fuite avec un point de confluence très éloigné du lieu de production (donc à une altitude beaucoup plus basse). Par exemple, pour une centrale avec un canal de fuite de 1,2 km, alors que la hauteur de chute brute est de 3,80 m, la hauteur nette exploitable n'est que de 1,80 m.

📌 À NOTER :

En cas de crue, le niveau d'eau aval remonte et la hauteur de chute peut devenir nulle et la production égale à zéro !

→ Débits (en m³/s)

Plusieurs types de débits (physiques, réglementaires, biologiques...) caractérisent une installation hydroélectrique et déterminent sa performance énergétique, économique ou écologique.

Débit moyen annuel :

Volume d'eau écoulé sur une année, divisé par le nombre de secondes d'une année (exprimé en m³/s).

Module interannuel (Q_{module}) :

Pour être plus significatif, on utilise le module interannuel calculé sur plusieurs années (en règle générale sur les 30 dernières années). Pour un calcul précis des performances énergétiques d'une installation (kWh produits sur une année), il faut tenir compte des variations importantes du débit entre l'été et l'hiver.

⊕ EN SAVOIR PLUS :

Différentes stations de mesure réparties sur les cours d'eau enregistrent les variations de débit. Ces données sont consultables en temps réel sur : <https://hydro.eaufrance.fr/>

Débit réservé et Débit Minimum Biologique (DMB) :

L'article L. 214-18 du Code de l'environnement oblige à maintenir dans le cours d'eau, en aval immédiat d'un ouvrage de prise d'eau, un débit minimal garantissant en permanence la vie, la

reproduction et la circulation des espèces aquatiques. Ce débit réservé ne peut être inférieur à une valeur plancher fixée au 1/10^e du module du cours d'eau (ou au 1/20^e dans le cas où le module du cours d'eau est supérieur à 80 m³/s ou pour les ouvrages hydroélectriques qui contribuent, par leur capacité de modulation, à la production d'électricité en période de pointe).

Dans les cours d'eau à forts enjeux de préservation, l'autorité administrative demande une étude de détermination du débit minimum biologique (DMB) qui peut se révéler supérieur aux valeurs planchers. Selon le niveau d'enjeux, le débit réservé fixé par l'autorité administrative équivaut donc à la valeur plancher ou au DMB. Il peut être différent selon les périodes de l'année, on parle alors de « régime modulé ». Sous certaines conditions, le débit réservé peut être turbiné.



Orifices calibrés réalisés dans une vanne pour l'écoulement du débit réservé.

Débit maximal dérivé (Q_{max}) :

Débit maximal d'eau prélevé (ou dérivé) au niveau de l'ouvrage de répartition et servant au calcul de la puissance légale.

Débit d'armement (Q_A) :

Débit minimum nécessaire à la mise en route de la turbine. Il varie de 10 % (vis ou turbine Kaplan double réglage) à 40 % (turbine Francis) du débit maximum turbiné. Cette donnée est disponible auprès des fournisseurs de turbines.

Débit d'équipement (Q_E) :

Débit maximum admissible par les turbines de la centrale pour un fonctionnement à pleine puissance.

Débit minimum dans la passe à poissons et/ou passe à canoës :

Pour bien fonctionner, la passe à poissons et/ou la passe à canoës doivent être suffisamment alimentées en eau. Déterminés par l'étude de dimensionnement hydraulique, les débits détournés vers ces passes sont souvent non négligeables. Selon leur type et leur emplacement, ils viennent diminuer le débit maximal dérivé, c'est-à-dire le débit turbinable de l'installation, et donc la capacité de production énergétique de la centrale. Suivant les situations, ces débits peuvent être intégrés dans la valeur du débit réservé.

➔ Puissances

Puissance Maximale Brute (PMB) ou « puissance légale »

Puissance correspondant à l'énergie hydraulique maximale susceptible d'être fournie par le cours d'eau. C'est la puissance légale retenue par les services de l'État.

$$PMB \text{ [en kW]} = 9,81 \times Q_{\text{max}} \text{ [en m}^3\text{/s]} \times H_b \text{ [en m]}$$

Puissance nette :

Puissance tenant compte des pertes de charges de l'installation (cf. hauteur de chute nette H_n) et du rendement des appareils (généralement compris entre 0,6 et 0,9).

Production annuelle

Production correspondant à la durée de fonctionnement des turbines sur l'année. Elle s'exprime en kWh/an. En règle générale, une installation bien dimensionnée doit produire au minimum l'équivalent de 3 500 h/an de fonctionnement à équivalent pleine puissance.

Plusieurs types de production annuelle sont à distinguer :

La production théorique, calculée par simulation en fonction des saisons tarifaires lors de l'étude de faisabilité pour estimer le chiffre d'affaires. Elle est basée sur l'analyse des débits des 10 à 20 dernières années pour tenir compte des effets du changement climatique, complétée par des données prospectives sur l'évolution de l'hydrologie. Elle tient compte des contraintes techniques et hydrologiques du site (toute l'eau disponible ne peut pas forcément être turbinée, prise en compte des périodes de maintenance, etc.).

La production réelle, constatée après une année de production intégrant les variations climatiques et les éventuels arrêts techniques de l'installation.

1.5/ Cadre réglementaire

La production d'hydroélectricité est encadrée par une grande variété de textes relevant de réglementations liées notamment aux milieux aquatiques, à l'énergie et à l'environnement. Ces textes sont répertoriés et consultables sur le site dédié à l'hydroélectricité en Bourgogne-Franche-Comté (rubrique ressources) : <https://hydro-bfc.fr/ressources/>.

1.6/ Objectifs du projet

Il existe plusieurs types de projets hydroélectriques sur seuil existant. Leurs implications administratives sont bien différentes.

➔ La mise en conformité vis-à-vis de la continuité écologique

Les centrales hydroélectriques dont les seuils sont situés sur des cours d'eau classés en liste 1 et 2 doivent se mettre en conformité avec la loi sur l'eau et les milieux aquatiques, en rétablissant la continuité piscicole et sédimentaire. Ces projets nécessitent de réaliser un diagnostic et une étude de faisabilité proposant différentes solutions techniques à l'administration. Pour la montaison des poissons, il peut s'agir de construire une passe à poissons, d'aménager une rivière de contournement, de laisser les vannes ouvertes à certaines périodes de l'année... Une fois la solution choisie, un nouvel arrêté préfectoral sera publié impliquant la réalisation des travaux et le respect des nouvelles prescriptions d'exploitation (débit réservé, débit d'attrait dans la passe à poissons, débit de dévalaison, entretien des ouvrages de montaison...).

➔ L'optimisation de la production

L'optimisation de la production consiste à augmenter la quantité d'énergie produite par la centrale sans toujours nécessiter de nouvelle demande d'autorisation.

Elle peut intervenir, par exemple, grâce au turbinage du débit réservé. Elle peut aussi concerner l'installation d'équipements modernes plus performants (turbine, génératrice, dégrilleur, automate), le réglage plus fin de ces éléments, l'ajout d'une unité de production sans nécessairement modifier la puissance du site ou l'augmentation du débit maximum dérivé. Toutefois, il ne faut pas négliger l'impact que peut avoir le nettoyage ou le reprofilage des canaux pour réduire les pertes de charge et donc optimiser la production.

L'article L. 511-6 du Code de l'énergie prévoit par ailleurs la possibilité d'augmenter la puissance d'une installation hydroélectrique sans nouvelle demande d'autorisation, dans la limite de 25 %. Dans ce cas, le projet d'augmentation de puissance doit être réalisé en cohérence avec l'article L. 181-14 du Code de l'environnement qui distingue une modification substantielle de l'installation, soumise à nouvelle autorisation, d'une modification notable, soumise à portée à connaissance.

➔ La réhabilitation

Dans ce cas, il s'agit d'une modification profonde du fonctionnement du site existant, avec éventuellement une hausse de puissance, et de son impact sur le cours d'eau. Elle peut nécessiter une nouvelle autorisation environnementale.

2 ÉTAPES ET DÉMARCHES D'UN PROJET

⊕ À NOTER :

Vous pouvez aussi consulter l'article En pratique « Les étapes clés d'un projet hydroélectrique » du magazine Puissance Hydro - numéro spécial Bourgogne-Franche-Comté #2 <https://hydro-bfc.fr/ressources/>

2.1/ Compiler les caractéristiques du projet

Avant de rencontrer partenaires, bureaux d'études ou services de l'État, il est utile de compiler les informations connues dans une présentation globale du projet : contexte historique, état des infrastructures et des installations, enjeux énergétiques et environnementaux, droit d'eau (fondé en titre, autorisation...), règlement d'eau, classement du cours d'eau, hauteur de chute, débits, descriptif technique et plans des installations, données de production.

2.2/ Prendre des contacts pour effectuer un premier diagnostic

- Prendre contact avec l'ADEME, la Région ou leur relais d'animation pour un échange et une analyse préliminaire et, éventuellement, participer à des visites d'installations ;
- Pour les projets de petite puissance, prendre contact avec les associations de sauvegarde des moulins (FDMF, FFAM...)
- Prendre contact avec un assistant à maîtrise d'ouvrage pour se faire accompagner sur les différentes phases du projet ;
- Prendre contact avec un bureau d'études spécialisé afin d'échanger sur les possibilités réglementaires, techniques, environnementales et économiques du site et définir une orientation du projet ;
- Organiser plusieurs réunions en cours d'étude incluant une visite du site avec les partenaires et les différents services administratifs afin de leur soumettre le projet et d'anticiper leurs attentes. Prévoir, au besoin, une réunion d'information avec le maire de la commune et les riverains.

2.3/ Réaliser des études en concertant les parties prenantes

Afin de connaître tous les éléments administratifs, hydrologiques, environnementaux, techniques et économiques permettant d'évaluer si le projet est viable, une étude de faisabilité détaillée est nécessaire. Pour être éligible à d'éventuelles aides, elle doit être effectuée par un bureau d'études spécialisé et indépendant, et respecter le contenu du cahier des charges établi par l'ADEME voire d'autres financeurs.

Dans plusieurs régions, des aides pour les études sont en effet possibles à hauteur de 50 à 70 % du montant HT ou TTC, à l'exception des études réglementaires, études d'impacts et enquêtes publiques, ainsi que pour certains investissements. Ces aides sont compatibles avec l'obtention du contrat H16 (en obligation d'achat ou en complément de rémunération).

Il est conseillé de prévoir une concertation avec l'ensemble des parties prenantes du cours d'eau en phase de démarrage de l'étude : services de l'État, fédérations de pêche, associations environnementales ou de riverains et autres usagers du cours

d'eau. L'objectif étant de concilier les enjeux de préservation des milieux aquatiques et de la biodiversité avec les enjeux de développement de l'hydroélectricité. Cette étude intègre également des données prospectives sur l'évolution de l'hydrologie du bassin versant en lien avec le changement climatique (par exemple : l'étude Hyccare en ex-Bourgogne ou les études prospectives réalisées par les syndicats de rivières et les établissements gestionnaires de bassins versants).

Si la conclusion de l'étude de faisabilité est favorable, une étude d'avant-projet pourra préciser les conditions techniques et économiques de réalisation de l'installation au regard de l'implantation sur le site (études de sol, relevés topographiques précis, bathymétrie, études de génie civil...). Des aides existent également pour ce type d'études.

⊕ EN SAVOIR PLUS :

Cahier des charges de l'étude de faisabilité d'un site hydroélectrique sur le site <https://hydro-bfc.fr/etudes>

2.4/ Choisir et optimiser le montage juridique et financier

Pour tout projet de centrale hydroélectrique, il est conseillé de créer une société spécifique afin de mettre en place une comptabilité dédiée et de pouvoir bénéficier du remboursement de la TVA. Le choix de sa forme juridique dépend de multiples facteurs. Les questions à se poser pour déterminer le meilleur statut (entreprise individuelle, SARL, SAS...) sont présentées dans le guide « Montage juridique et financier » (partie 6).

Le coût d'une centrale varie selon la puissance, la configuration des lieux, le type de matériel à installer, le raccordement au réseau électrique et les aménagements écologiques à réaliser (guide « Montage juridique et financier », parties 1 et 2). Le budget à prévoir se situe majoritairement entre 2 000 et 6 000 € HT par kW (y compris travaux de continuité écologique). Toutefois, il peut atteindre 10 000 € HT par kW pour les plus petites installations de quelques dizaines de kW. Des coûts de gros entretien-renouvellement sont aussi à prévoir entre la 5^e et la 15^e année après la mise en service, à hauteur de 8 à 14 % de l'investissement initial. Le coût des passes à poissons est de l'ordre de 20 000 à 200 000 € HT par mètre de chute au barrage pour des cours d'eau dont le module varie entre 2 et 60 m³/s (source OFB et guide « Montage juridique et financier », partie 1.2).

Dès l'idée du projet, il est important d'anticiper et de planifier les besoins financiers notamment à court terme. Par exemple, il faut pouvoir financer les frais d'études et de réalisation des dossiers administratifs. Il faut aussi intégrer que l'écart entre la première échéance d'un crédit et la première recette peut être de plusieurs mois voire plusieurs années. Un montage financier rigoureux, intégrant notamment les besoins en fonds de roulement sur les premières années, est donc nécessaire pour la réussite d'un projet (guide « Montage juridique et financier », partie 5). Selon les performances environnementales du projet et les politiques de soutien local (ADEME, Région, agence de l'eau notamment), il est possible d'obtenir des aides financières pour les études voire, dans des cas bien précis, pour les équipements de continuité écologique.

**DU PROJET
À LA MISE
EN SERVICE :
PRÉVOIR DE
3 À 6 ANS**

ÉTUDES
1 à 2 ans

INSTRUCTION
1 à 2 ans
(voire plus si nécessité d'enquête publique)

TRAVAUX
1 à 2 ans

Dépôt du ou des dossiers réglementaires

Obtention des autorisations

Mise en route et raccordement au réseau électrique

2.5/ Obtenir les autorisations ou la reconnaissance du droit d'eau existant

2.5.1/ Des démarches différentes selon les situations

Pour un site reconnu fondé en titre par le service de la police de l'eau, ou autorisé avant la loi du 16 octobre 1919 et d'une puissance inférieure à 150 kW, s'il n'y a aucun dépassement de la puissance autorisée, il est permis d'utiliser la force motrice de l'eau sans nouvelle autorisation, ni limite de durée. Toutefois, depuis le 1^{er} juillet 2014, la remise en fonctionnement de l'installation est soumise à une procédure particulière décrite à l'article R. 214-18-1 du Code de l'environnement et l'administration peut émettre des prescriptions complémentaires. Un droit d'eau, quant à lui, peut être abrogé ou perdu. Dans tous les autres cas :

- pour une puissance inférieure à 4 500 kW*, c'est le régime de l'autorisation (sauf exception) qui s'applique et il nécessite l'obtention d'une autorisation environnementale qui intègre l'autorisation d'exploiter. Elle est délivrée par le préfet pour une durée pouvant atteindre 75 ans mais elle est le plus souvent limitée à 30 ou 40 ans (cf. point 1.1 sur l'autorisation environnementale). Les règles d'exploitation dépendent des enjeux environnementaux du site concerné ;
- au-delà de 4 500 kW*, c'est le régime de la concession qui s'applique.

Une demande de reconnaissance du droit fondé en titre et de sa puissance légale peut être réalisée dès l'étude de faisabilité. Dans certains cas, au regard du potentiel d'un site, il ne faut pas se cantonner au fondé en titre ou se limiter à une puissance de 150 kW. Il est préférable d'aller vers une démarche d'autorisation en se référant aux prescriptions techniques générales fixées par l'arrêté du 11 septembre 2015. Pour toutes ces démarches, il faut se rapprocher des services préfectoraux (police de l'eau notamment) pour connaître les exigences et le contenu précis des dossiers à déposer.

* Puissance maximale brute

À NOTER :

Avec la nouvelle procédure d'autorisation issue de la loi industrie verte de 2023, les délais de procédure (réduits de 9 à 6 mois) débutent à partir du dépôt du dossier (réputé complet ou non). Un dossier, déposé d'emblée complet, aura plus de chance d'aboutir favorablement et dans le délai imparti.

Point d'attention : si les pièces manquantes ne sont pas fournies suffisamment tôt, l'autorisation risque d'être refusée pour incomplétude du dossier.

<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/LBV%2021-10%20V3-autorit-environnement.pdf>

2.5.2/ Pistes de recherche

➔ Recherche de sites à rénover

Sur un secteur géographique précis :

- Cartes IGN au 1/25 000 : sont indiqués certains moulins, anciennes minoteries ou usines avec seuils.
- Cadastre : disponible dans les mairies ainsi que sur www.geoportail.gouv.fr, il permet de situer un site hydraulique de façon plus précise et les parcelles attenantes au site de production.
- Site RESTOR Hydro : https://www.france-hydro-electricite.fr/wp-content/uploads/2019/08/Restoration_Handbook_Final-FHE.pdf RESTOR (Renewable energy sources transforming our regions) Hydro est un projet européen ayant comme objectif de faire progresser la production d'énergies renouvelables de petites centrales hydroélectriques, en identifiant et en réhabilitant les sites historiques les plus propices, moulins à eau et anciennes centrales hydroélectriques à l'arrêt.

Sur un secteur plus large :

Les sociétés spécialisées dans les transactions de sites de production d'énergies renouvelables, les sites d'associations de sauvegarde de moulins ou certains bureaux d'études sont des ressources utiles à explorer.

➔ Recherche de droits d'eau et/ou de règlements d'eau

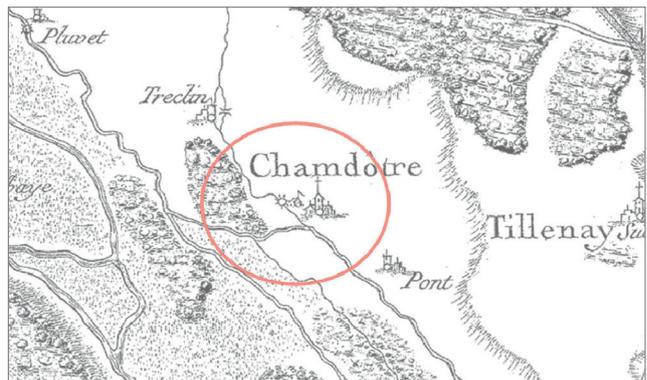
Archives départementales :

Les documents conservés aux Archives de chacun des départements français peuvent relever de l'État, de ses services déconcentrés, du Conseil départemental lui-même, du Conseil régional ou encore des communes et des notaires du département. Ils sont classés en séries désignées par une lettre majuscule. Les séries classées M (administration générale), P (finances, impôts, cadastre), S (travaux publics, transport) ou la série V (moulin dans un édifice religieux) constituent des sources privilégiées. Elles contiennent de nombreuses notes, lettres, procès, baux, plans de roues et implantations de moulins.

Cartes de Cassini :

Réalisée par la famille de cartographes Cassini entre 1756 et 1815, la Carte générale de la France donne une vision d'ensemble du royaume dans ses frontières d'alors. Les moulins à eau y sont représentés par une petite roue. Cette carte peut aider à prouver l'existence d'un droit d'eau antérieur à 1789. On les trouve auprès des Archives départementales ou en ligne sur :

- www.gallica.bnf.fr
- www.geoportail.gouv.fr



Recherche d'un dessin d'une roue à aubes : preuve de l'existence ancienne d'un moulin (Extrait carte de Cassini)

Cadastre napoléonien :

Ce premier cadastre français, ou « ancien cadastre », créé en 1807, peut permettre de retrouver l'existence de moulins ou sites hydrauliques. Il se trouve auprès des Archives départementales ou en ligne sur :

- www.francearchives.gouv.fr
- www.geoportail.gouv.fr

À NOTER :

Les noms de communes ou de moulins peuvent être écrits en vieux français avec des orthogrames différentes de celles d'aujourd'hui.



Exemple de recherche de l'emprise d'un moulin : cadastre napoléonien (Tart-l'Abbaye, 1843)



USAGES ET DROITS D'EAU :

une législation complexe nécessitant souvent un accompagnement



Témoignage de M^e Jean-François Remy

Avocat au barreau de Nancy,
Cabinet Cassini
Avocats

Au sujet des textes de lois relatifs à la continuité écologique et à la transition énergétique, le législateur a fixé des objectifs ambitieux, a priori difficiles à concilier : d'une part, rétablir la qualité écologique des cours d'eau en allant si nécessaire jusqu'à supprimer les obstacles qui constituent par exemple les retenues d'eau et, d'autre part, encourager la production d'électricité par les énergies renouvelables... pour laquelle l'hydroélectricité a son importance.

Ceci explique certaines positions divergentes lors de l'examen des dossiers déposés par des producteurs ou futurs producteurs ou des propriétaires de moulins souhaitant utiliser leur droit d'utilisation de l'eau, tant pour des raisons économiques qu'environnementales.

La démarche des entrepreneurs du secteur est en effet, dans l'immense majorité des cas, liée à une conviction écologique profonde, et à la volonté d'apporter leur contribution au développement des énergies renouvelables.

En tant qu'avocat, mais aussi producteur par tradition familiale, je perçois le désarroi de ceux qui se voient opposer une législation subtile et complexe, alors même que leur projet est précisément aux antipodes. Mon rôle d'avocat est de les accompagner pour que le droit soit respecté. A ce titre, si je conseille et défends les producteurs, j'attends aussi que leur démarche soit respectueuse de l'environnement de manière générale, car il ne peut y avoir d'énergie propre sans préservation de l'environnement.

Dans le même esprit, la reconnaissance de droit d'eau et la recherche de la consistance légale ne sont pas des démarches faciles pour les petits porteurs de projet. Une aide juridique est bien souvent nécessaire pour ces personnes qui sont, en général, peu habituées et préparées à cet exercice. Souvent, en plus d'un investissement financier, elles cherchent à réaliser une opération de sauvegarde de notre patrimoine énergétique et culturel.

Abrogation du droit d'usage de l'eau : le Conseil d'État rappelle les règles administratives

Concernant le droit d'usage de l'eau, le Conseil d'État a rappelé, le 11 avril 2019, que les autorisations administratives délivrées avant 1919 et pour 150 kW au plus, qui ont conservé leur validité au-delà du 18 octobre 1994, présentent un « caractère réel immobilier » (comme les droits fondés en titre). À ce titre, si les ouvrages ne sont pas à l'état de ruine (auquel cas, comme pour un droit fondé en titre, le droit d'usage disparaît), le Conseil d'État considère que le préfet ne peut procéder à leur abrogation sans indemnité.

2.6/ Établir les devis définitifs

D'après les grandes lignes financières figurant dans l'étude de faisabilité, il conviendra, éventuellement avec l'appui d'un assistant à maîtrise d'ouvrage voire d'un cabinet spécialisé en maîtrise d'œuvre, de choisir parmi les différentes options proposées et de consulter plusieurs entreprises, tant pour la partie génie civil que pour la partie hydroélectrique. Pour le choix des entreprises, le montant de la prestation et la qualité de celle-ci constituent bien sûr un des critères prioritaires mais la proximité géographique l'est également pour certains lots comme la maçonnerie, le terrassement ou l'électricité.

La faisabilité technique et économique du raccordement au réseau électrique doit également être étudiée (cf. ci-dessous).

2.7/ Réaliser les travaux

Les travaux nécessitent l'élaboration d'un dossier « loi sur l'eau » afin de recevoir l'autorisation du service de la police de l'eau. La phase travaux ne pouvant se réaliser qu'à des périodes météorologiques et hydrologiques favorables (généralement entre avril et octobre), tout décalage technique ou administratif combiné à des aléas climatiques ou de chantier (crues, intempéries, délais de réalisation voire de livraison de matériels...) peut avoir des conséquences sur la date de mise en service. Il en résulte alors des répercussions sur la trésorerie et donc sur la rentabilité du projet ; d'où l'importance de prévoir des marges dans le planning prévisionnel tout en s'efforçant de le respecter au maximum.

2.8/ Raccorder au réseau de distribution

Le producteur doit s'adresser à Enedis* pour obtenir le raccordement au réseau public de distribution d'électricité et un contrat d'accès au réseau de distribution (CARD). Enedis* étudie la faisabilité technique et économique du raccordement au réseau d'électricité (renforcement des lignes, remplacement du transformateur...). Le coût de ces travaux est à la charge du producteur et variable

selon la proximité du point de raccordement.

Il convient d'interroger Enedis* assez tôt dans l'élaboration du projet pour connaître la faisabilité technique et une estimation prévisionnelle du coût du raccordement. Ensuite, une proposition technique et financière de raccordement devra être demandée à Enedis. Les coordonnées Enedis* des points « d'Accueil Raccordement Producteurs » diffèrent selon le niveau de tension, de puissance et le département dont dépend l'installation.



Travaux d'optimisation et de rénovation - Moulin de la Tête Noire à Briennon-sur-Armançon (89)

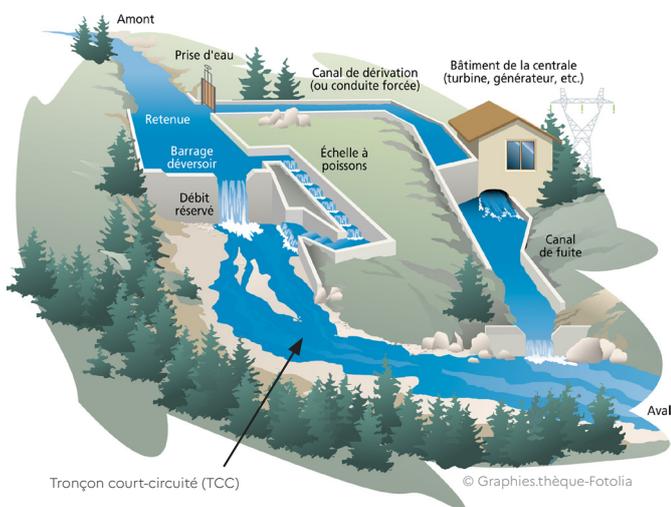
À NOTER :

- Un raccordement inférieur à 250 kVA se fera en basse tension (sauf cas particuliers).
- Les coûts de raccordement, à la charge du demandeur, peuvent bénéficier d'une réfaction (à hauteur de 60 %) jusqu'à une puissance de 500 kVA (arrêté du 22 mars 2022 relatif à la prise en charge par le tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité des coûts de raccordement aux réseaux publics d'électricité des installations de production d'électricité renouvelable).

* Enedis ou Entreprise Locale de Distribution (ELD) le cas échéant

3 LES COMPOSANTES D'UNE INSTALLATION OPTIMISÉE

Schéma d'une installation sur canal de dérivation



3.1/ Des impacts environnementaux minimisés

La séquence « éviter-réduire-compenser », dite ERC, est inscrite dans le Code de l'environnement et se place au cœur du processus de l'évaluation environnementale des projets. Elle vise à concilier enjeux environnementaux et développement économique, en constituant le fil conducteur d'intégration de l'environnement dans les documents de planification et les projets d'aménagements du territoire. Pour ces derniers, il s'agit d'éviter toute atteinte aux milieux naturels et aux services associés ; à défaut, de les réduire ; et, en dernier lieu, de les compenser.

Les mesures liées à la restauration de la continuité écologique et au maintien d'un débit réservé sont de nature à réduire les impacts d'une installation (voir paragraphe suivant).

Si les mesures de réduction ne sont pas suffisantes, des mesures de compensation peuvent alors être demandées. Ce sont des actions ou des financements d'actions, volontaires ou réglementaires menées de préférence dans un tronçon homogène du cours d'eau qui visent à améliorer les fonctionnalités des milieux aquatiques : suppression d'ouvrages, restauration d'annexes alluviales, création ou restauration de frayères, restauration de l'espace de mobilité latérale du cours d'eau, amélioration de la transition terre-eau ou de l'état écologique de la masse d'eau... Si des zones humides sont détruites, des opérations de création de zones humides sont à envisager à proximité. D'autres mesures peuvent être nécessaires : passe à canoës, végétalisation...

3.2/ Assurer la continuité écologique et le débit réservé

3.2.1/ Pourquoi la continuité écologique ?

En application de la Directive cadre sur l'eau, établissant une politique communautaire dans le domaine de l'eau, la France s'est engagée à préserver et restaurer la qualité écologique de ses cours d'eau. Or, la présence d'installations hydroélectriques, souvent successives sur un même cours d'eau, a des incidences significatives et cumulées sur le milieu aquatique : difficulté de circulation pour les poissons migrateurs (retards à la montaison notamment), risque de blessures potentiellement létales pour les poissons dévalant par la turbine, modification de l'hydrologie dans les tronçons court-circuités, réduction de la vitesse de l'eau en amont du seuil ou du barrage, entraînant des dépôts de sédiments et réduction de la diversité des habitats aquatiques disponibles...

La diminution de ces impacts environnementaux est une obligation. Elle se traduit en général par la mise en place d'un débit réservé, l'installation de dispositifs de franchissement piscicole adaptés aux espèces présentes dans le cours d'eau et par la pose de vannes de dégrèvement... Les solutions techniques sont multiples et doivent être envisagées avec un bureau d'études compétent, en prenant en compte les enjeux environnementaux du site identifiés en phase amont (réunion de démarrage de l'étude par exemple).

3.2.2/ Comment déterminer les enjeux et les attentes autour d'un projet ?

En matière de continuité écologique, il est préférable d'adopter une approche pragmatique et concertée entre les différentes parties prenantes du cours d'eau. Dès le cadrage de l'étude de faisabilité couplée à l'étude environnementale, il s'agit d'échanger avec le service instructeur du projet, c'est-à-dire la police de l'eau de la DDT ou la DREAL, conseillées techniquement par l'Office français de la biodiversité (OFB). Mais il est également indispensable de concerter les collectivités au travers du syndicat de rivière ou encore les différents usagers du cours d'eau (fédération de pêche, club de canoë-kayak, canyoning, rafting...).

Tous les cours d'eau ne présentent pas les mêmes niveaux d'enjeux environnementaux et toutes les centrales hydroélectriques n'ont pas le même impact. Ce dernier dépend notamment de la longueur du tronçon court-circuité et du niveau du débit d'équipement comparé au module du court d'eau. C'est pourquoi l'évaluation du débit réservé va se baser sur le niveau d'exigence des espèces en termes d'habitat et de continuité écologique, lorsque le débit baisse, et aussi sur l'impact généré par l'installation.

3.2.3/ Quelles solutions possibles pour respecter la continuité écologique ?

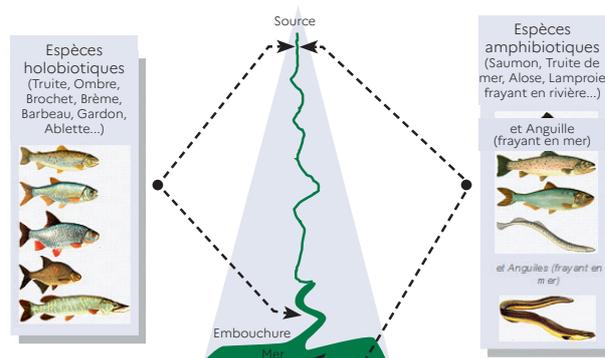
Protection des espèces aquatiques

La mise en place d'un débit réservé est nécessaire mais non suffisante pour minimiser les impacts d'une centrale hydroélectrique sur son milieu. Des installations de franchissement piscicole, à la dévalaison et/ou à la montaison, peuvent être prévues pour permettre la circulation des espèces cibles voire des espèces migratrices, qui se déplacent à certaines périodes de l'année pour assurer leurs besoins alimentaires ou de reproduction.

Parmi elles, on distingue 2 grandes catégories :

- les espèces holobiotiques, qui restent dans le même milieu (et parcourent parfois de courtes distances),
- les espèces amphibiotiques, qui changent de milieu (une partie du cycle biologique a lieu en mer et l'autre partie en rivière).

Schéma de la migration des espèces holobiotiques et amphibiotiques



Source : VNF - Guide passes à poissons

Les équipements de dévalaison :

Les turbines ichtyocompatibles

Certaines turbines sont considérées comme ichtyocompatibles (ou ichtyophiles), c'est-à-dire qu'elles ne blessent pas les poissons lorsqu'ils les traversent pour descendre à l'aval des installations. Deux types de machines sont reconnues ichtyocompatibles par l'OFB : la vis hydrodynamique et la turbine VLH (very low head).

Les prises d'eau ichtyocompatibles

En l'absence de turbine ichtyocompatible, l'OFB et la DDT peuvent préconiser l'aménagement d'une prise d'eau permettant aux poissons de contourner les turbines. Cette demande dépend du contexte du tronçon concerné (espèces présentes et localisation de l'ouvrage sur le cours d'eau) et le type d'installation (type de turbine, niveau d'équipement du site par rapport à l'hydrologie). Ces aménagements doivent faire l'objet d'une étude spécifique, afin de protéger les espèces ciblées (inclinaison, vitesse d'approche de l'eau, possibilité de circulation des poissons sur la grille...). Le système de nettoyage de la grille (dégrilleur) sera étudié conjointement.

Une telle prise d'eau peut être équipée d'une grille dite « fine », c'est-à-dire à faible espacement entre les barreaux (15 à 25 mm), dotée d'un ou plusieurs exutoires débouchant sur une goulotte de dévalaison. Cette grille est le plus souvent inclinée à moins de 45° par rapport au fond du cours d'eau (l'angle le plus fréquent est de 26°, figure 1). Dans une dizaine de cas en France, la grille est dite « orientée » car elle forme un angle par rapport au flux de l'eau. Elle est implantée en position verticale avec des barreaux horizontaux (figure 2).

Ces grilles fines augmentent les pertes de charges et diminuent le débit turbiné. Afin de minimiser la baisse de production énergétique, la surface de grilles doit être augmentée en conséquence ce qui entraîne un surcoût de ce poste.

Les équipements de montaison :

Le dispositif de montaison doit être conçu et dimensionné par un bureau d'études spécialisé, en tenant compte du comportement et des aptitudes des espèces ciblées, du régime hydraulique de la rivière et des particularités du site. Il peut s'agir d'ouvrages bétonnés comme une passe à bassins, une passe à plots, une rampe à anguilles ou un dispositif plus rustique comme une rivière de contournement.

Une passe à poissons est efficace lorsque le poisson trouve facilement l'entrée et s'il la franchit sans fatigue ni retard excessif. La vitesse du courant, le débit et la hauteur de chute entre bassins doivent être compatibles par exemple avec les capacités de nage et/ou de saut des espèces ciblées.



Passe à poissons – Usine hydroélectrique de Decize (58)



Grille à faible espacement avec un profil « en têtard » limitant les pertes de charge

Figure 1 - Grille fine inclinée avec système de guidage et de dévalaison / Vue en perspective (d'après Helisa)

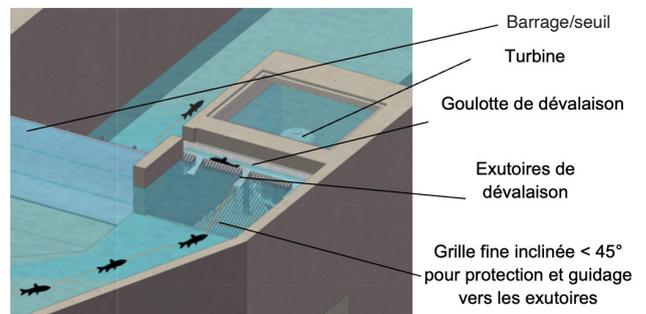
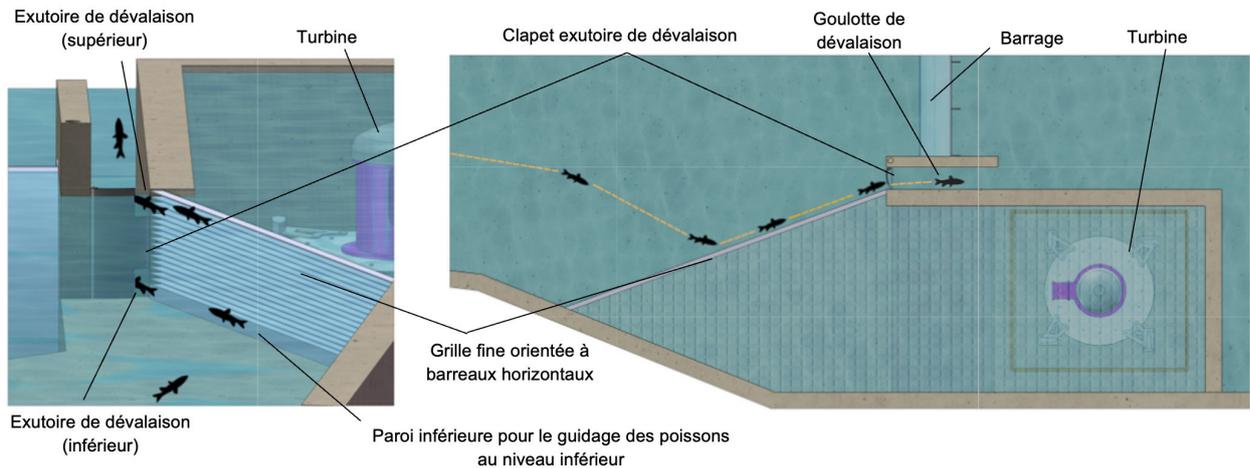


Figure 2 - Grille orientée à barreaux horizontaux avec système de guidage et de dévalaison / Vues en perspective et du dessus (d'après Helisa)



Circulation des sédiments

Toute retenue d'eau entraîne, en amont, une accumulation plus ou moins temporaire de sédiments déséquilibrant la dynamique du cours d'eau et impactant la morphologie de son lit. Lors des crues, il convient de les évacuer par l'ouverture d'une vanne de chasse ou par l'effacement du dispositif de régulation du niveau d'eau amont (vanne secteur ou clapet). Le curage et le transfert des sédiments par camion à l'aval sont complexes et coûteux mais ils sont parfois nécessaires si des accumulations se produisent, en pied de grille notamment.



Clapet de décharge et chasse des sédiments - Briénon-sur-Armançon (89)

Obligation d'entretien

Les propriétaires de centrales équipées de passes à poissons ont une obligation de résultat : les poissons doivent effectivement emprunter l'ouvrage pour franchir le seuil à la montaison. Cela suppose que la passe soit bien entretenue. Tout amas d'embâcles ou de sédiments, au sein du dispositif, est susceptible de réduire, partiellement ou totalement, l'efficacité de la passe en réduisant son débit d'alimentation, et par conséquent l'attractivité de son entrée, ou en bloquant les poissons au niveau des cloisons



Les amas d'embâcles peuvent diminuer le débit circulant dans la passe à poissons

quand les échancres sont obstruées. Des obligations de moyens sont donc prescrites dans les arrêtés préfectoraux. Elles sont formulées de façon générale ou assorties de prescriptions plus précises portant sur la fréquence de surveillance, sur la mise à sec annuelle ou encore la tenue d'un registre de gestion... La conformité des moyens mis en œuvre avec les obligations fixées par arrêté est contrôlée sur le terrain par les agents de l'Office français de la biodiversité (OFB).

Les aides aux études et aux investissements

Sous certaines conditions, les partenaires, et notamment les agences de l'eau, peuvent accompagner financièrement la réalisation des études voire des investissements de continuité écologique (y compris mesures compensatoires, correctrices ou complémentaires). Les taux d'aides du 11^e programme de subventions des agences de l'eau, révisé en 2021, sont résumés dans le tableau ci-contre. Ils devraient rester identiques dans le 12^e programme qui sera adopté en octobre 2024.

Taux de subventions accordées par les agences de l'eau pour des opérations de continuité écologique dans le cadre du 12^e programme 2025-2030 (informations disponibles au 22/10/2024)

Source : France Hydro Électricité

NOM DE L'AGENCE	ÉTUDES	AMÉNAGEMENT LISTE 2 (L2)	AMÉNAGEMENT HORS L2	EFFACEMENT
Adour Garonne	50 %	50 % 80 % si opération collective ambitieuse	30 % 60 % si opération collective ambitieuse	60 % hors L2, 80 % en L2
Artois Picardie				
Loire Bretagne		30 % 50 % si ouvrage prioritaire	0 %	90 %
Rhin Meuse		50 % 80 % si restauration globale 100 % si opération portée par une structure associative		
Rhône Méditerranée Corse	50 % 80 % si effacement étudié	50 %	50 % si zones d'action prioritaires migrateurs ou SDAGE ou apron. sinon rien	80 à 100 %
Seine Normandie	80 %	50 % 60 % si enjeux migrateurs amphihalins 80 % pour les ouvrages servant à la navigation commerciale		

⊕ EN SAVOIR PLUS SUR LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE :

Rubrique web de France Hydro Électricité : www.france-hydro-electricite.fr/la-continuite-ecologique/

Rubrique « Plan national pour la restauration de la continuité écologique des cours d'eau » de l'Office français de la biodiversité (OFB) :

www.ofb.gouv.fr/la-continuite-ecologique-des-cours-deau
Référentiel technique RefMADI Hydroelec

Base de données et référentiel technique élaborés par l'OFB afin d'aider les porteurs de projets à optimiser leur dossier vis-à-vis des attentes du service instructeur, en termes de cohérence du contenu et de pertinence des propositions, disponibles en téléchargement :

<https://professionnels.ofb.fr/node/81>

⊕ EN SAVOIR PLUS SUR LES PASSES À POISSONS :

Guide des passes à poissons (VNF-CETMEF / 2008)

www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/guide-passes-poissons

Guide pour la conception des passes à poissons « naturelles » (CEMAGREF - CSP / 2008)

https://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/guide_passes_poissons.pdf

Guide passes à poissons – VNF / 2008

https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/png/PNG%202011/f_08-05_cle29b691.pdf

Guide « Évaluer le franchissement des obstacles par les poissons, principes et méthodes »

voir notamment le chapitre A - Continuité écologique et ichtyofaune (OFB (ex-ONEMA) / 2014)

<https://professionnels.ofb.fr/index.php/fr/doc-comprendre-agir/evaluer-franchissement-obstacles-poissons-principes-methodes-informations>

Guide de gestion et d'entretien des dispositifs de franchissement des ouvrages pour les poissons (Logrami / 2013)

www.migrateurs-loire.fr/l'entretien-des-dispositifs-de-franchissement-pour-les-poissons-migrateurs/

3.3/ Choisir des équipements pour une exploitation performante

➔ Gestion du niveau de l'eau

L'ouvrage de prise d'eau doit être équipé de sondes de niveau permettant le contrôle du niveau légal de retenue exigé pour le site (la crête du seuil ou du barrage le plus souvent). Potentiellement couplée à une automatisation de l'installation, une bonne régulation du niveau d'eau amont permet d'assurer le respect des prescriptions fixées par le règlement d'eau : alimentation correcte des dispositifs dédiés au franchissement piscicole, restitution effective du débit réservé en aval du seuil... Un fonctionnement efficace de la vanne ou du clapet de régulation grâce à un entretien régulier est aussi un point clé.



Sonde de niveau et vannes au seuil – Moulin de Champdôtre (21)

➔ Gestion des embâcles

Dans le cadre de ses obligations et du bon fonctionnement de son installation, le producteur doit s'assurer de la gestion des embâcles (végétation, branchage, tronc d'arbre, etc.) et de tous les déchets qui échouent dans son installation notamment au niveau des grilles de prise d'eau. Pour éviter un afflux de déchets et des risques de dégradation de cette grille, une drome (chaîne ou câble avec flotteurs) placée en amont permet de détourner les corps flottants. Elle doit s'adapter à la variabilité de hauteur et de débit du cours d'eau. Elle est parfois réalisée en auto-construction.



Drome (avec système de contrepois) pour détourner les objets flottants - Centrale de Ray-sur-Saône (70)

Les embâcles et déchets non détournés par ce système, qui vont s'échouer dans la grille, devront être enlevés par le producteur s'il veut minimiser les pertes de charge et optimiser la performance de la turbine. Le dégrillage manuel peut s'avérer fastidieux, surtout à



Le dégrilleur pousse les feuilles et embâcles dans une goulotte qui peut servir aussi à la dévalaison des poissons - Centrale d'Emagny (25)

l'automne au moment de la chute des feuilles. Il peut donc être intéressant d'installer un dégrilleur se déclenchant automatiquement à partir d'un certain niveau de colmatage et donc de perte en charge dans les grilles.

Le dégrilleur pousse les feuilles et embâcles dans une goulotte de dévalaison qui les rejette en aval. Les plus gros troncs sont valorisés localement. Pour les déchets sortis de la rivière, le producteur a la responsabilité de leur élimination dans des centres de traitement agréés.



Entrée d'eau et dégrilleur automatique - Centrale de Port-sur-Saône (70)

➔ Entretien du cours d'eau

Tout propriétaire riverain est tenu à un entretien régulier du cours d'eau et des berges (article L. 215-14 du Code de l'environnement) « pour les maintenir dans leur profil d'équilibre, permettre l'écoulement naturel des eaux et contribuer à leur bon état écologique ou, le cas échéant, à leur bon potentiel écologique, notamment par enlèvement des embâcles, débris et atterrissements, flottants ou non, par élagage ou recépage de la végétation des rives ».

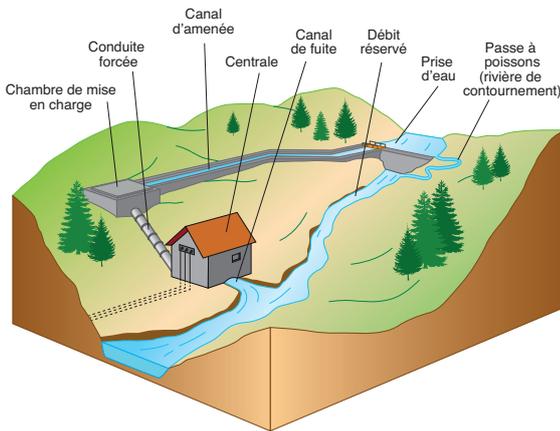


Prise d'eau équipée d'un dégrilleur mobile à bras - Centrale d'Emagny (25)

➔ Conduites forcées

Au-delà de quelques mètres de hauteur de chute, il est souvent intéressant d'entonner l'eau dans une conduite forcée en sortie de prise d'eau. Une telle conduite permet de mettre l'eau sous pression, ce qu'exigent les turbines de types crossflow, Pelton, Francis en bêche spirale ou certaines Kaplan. Pour les hauteurs de chute allant jusqu'à 200 m, le polyester renforcé de fibres de verre (PRV) est de plus en plus utilisé. La fonte est utilisée jusqu'à 350 m de hauteur de chute, alors que l'acier est adapté à toutes les chutes.

Schéma d'une installation de moyenne et haute chute



Grâce à une conduite forcée et une différence de hauteur importante entre le canal d'amenée et la centrale, la force de l'eau est significativement augmentée avant d'entraîner la turbine.

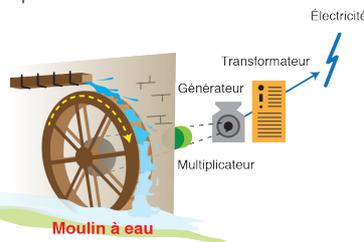
➔ Le choix de la turbine

LES ROUES À AUBES

Les roues à aubes, utilisées en rénovation de patrimoine, permettent de valoriser des chutes parfois inférieures à 1 m.



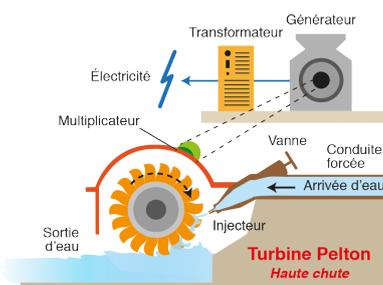
Roue à aubes de 30 kW - Moulin de Lugny-lès-Charolles (71)



LES TURBINES À ACTION

Située hors de l'eau, la roue est mise en mouvement par l'énergie cinétique d'un jet sous pression qui exerce une force sur des aubes, placées à sa périphérie.

Turbine Pelton



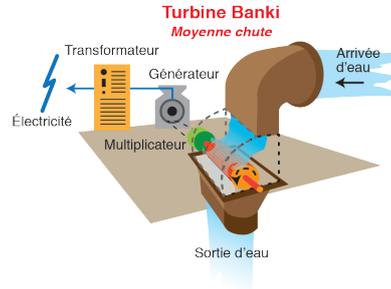
L'eau sous pression, provenant d'une conduite forcée, passe dans un ou des injecteurs muni(s) d'un pointeau(x) de réglage qui la projette(nt) sur des aubes en forme de doubles cuillères.

Utilisation : haute chute (50 à 1 000 mètres)
Plage de débit : < 10 m³/s

Turbine Banki-Mitchell ou crossflow

Le flux d'eau est projeté sur une roue cylindrique comprenant plusieurs dizaines d'aubes en forme d'arcs de cercle. Après la traversée de la roue, le flux sortant repasse sur les aubes, afin de récupérer le reste de l'énergie cinétique. Ces roues sont considérées comme autonettoyantes.

Utilisation : moyenne chute (3 à 200 mètres)
Plage de débit : 0,1 à 10 m³/s



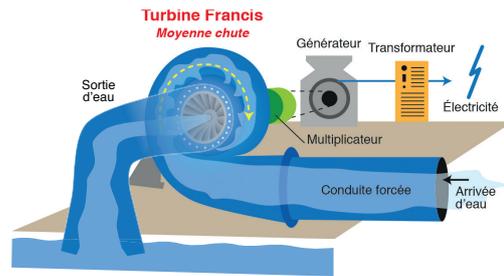
LES TURBINES À RÉACTION

Les aubes ou les pales de la roue immergée tournent sous l'effet de la variation d'énergie cinétique et de pression entre l'entrée et la sortie de la turbine.

Turbine Francis

L'eau pénètre radialement par des directrices mobiles qui règlent le débit et l'orientent sur des aubes fixes.

Utilisation : moyenne chute (10 à 300 mètres)
Plage de débit : 0,5 à 55 m³/s

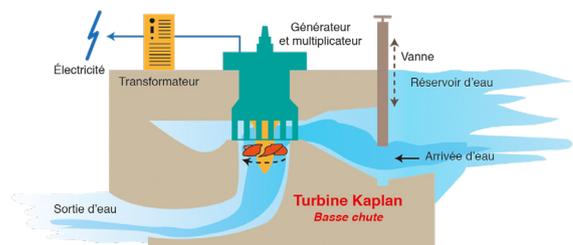


Turbine Kaplan

La roue, en forme d'hélice de bateau, dispose de pales mobiles. L'eau entre radialement, par le haut de la roue, au travers de directrices qui peuvent être fixes (machine simple réglage) ou mobiles (machine double réglage permettant de turbiner une large plage de débit avec un bon rendement).

La turbine hélice est une variante de la turbine Kaplan composée d'un distributeur fixe et d'une roue à pales fixes.

Utilisation : basse chute inférieure à 30 m
Plage de débit : 0,2 à 350 m³/s



Vis hydrodynamique

Sur le principe d'une vis sans fin, l'écoulement de l'eau fait tourner, à faible vitesse, une vis d'Archimède raccordée à un multiplicateur et à une génératrice.

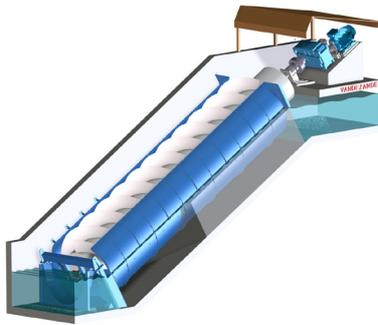
Ce type de turbine est ichtyocompatible car, dans le sens du courant (dévalaison), les poissons peuvent la passer sans dommage. Une partie des sédiments et des flottants peuvent également la traverser. Un dispositif de montage permettant aux poissons de remonter la chute reste parfois nécessaire.

Utilisation : basse chute (1,30 à 10 mètres)

Plage de débit : 0,2 à 10 m³/s



Vis hydrodynamique - Moulin d'Arbois (39)

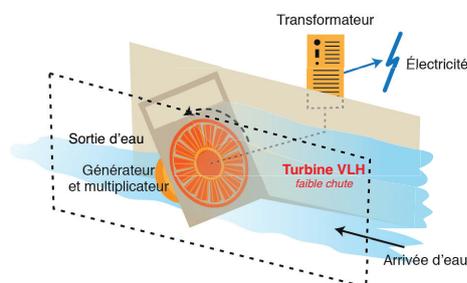


Turbine VLH (Very Low Head, très faibles hauteurs de chute)

La VLH est un groupe bulbe immergé intégrant un distributeur fixe (faisant office de grille de protection) avec un dégrilleur rotatif embarqué ou un dégrilleur traditionnel, une turbine Kaplan de grand diamètre, à 8 pales mobiles, et un alternateur à aimants permanents. Elle est reconnue comme ichtyocompatible par l'OFB. Les puissances unitaires varient de 100 à 500 kW.

Utilisation : basse chute de 1,5 à 4,5 mètres

Plage de débit : 10 à 27 m³/s



À NOTER :

Les hydroliennes fluviales sont des technologies permettant de produire de l'électricité en convertissant l'énergie cinétique de l'eau. Une étude publiée par l'ADEME à la demande du ministère de la Transition écologique propose un état des lieux des différentes technologies actuelles.

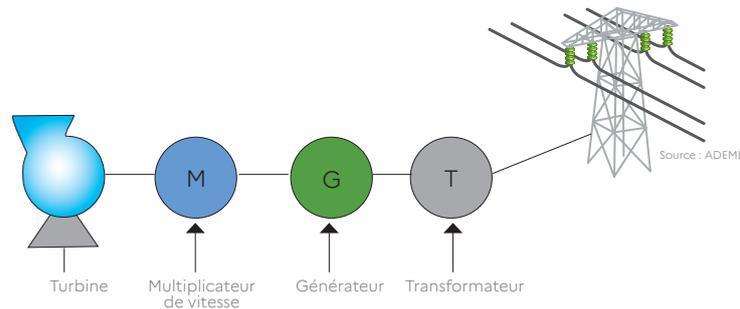
Etude « Hydrolien fluvial : maturité technologique et opportunité technique et environnementale du déploiement d'installations d'hydroliennes fluviales sur le domaine public fluvial » www.librairie.ademe.fr

Multiplicateur de vitesse

La vitesse de rotation optimale d'une turbine dépend à la fois de son type, de la hauteur de chute sous laquelle elle fonctionne et du débit qu'elle utilise. Le multiplicateur de vitesse, placé entre la turbine et le générateur, permet de synchroniser le fonctionnement des différents équipements. Il peut s'agir d'un multiplicateur à engrenages ou à poulie-courroie.

Génératrices de courant

Le rôle de la génératrice de courant est de convertir l'énergie mécanique de rotation de la turbine en énergie électrique grâce à l'induction magnétique entre une partie fixe équipée de bobines, le stator, et une partie tournante, le rotor.



Les génératrices synchrones (alternateurs)

Les génératrices synchrones (alternateurs) sont généralement utilisées pour des unités à partir de 200 à 400 kW raccordées au réseau électrique national et pour les réseaux autonomes.

Les alternateurs à pôles bobinés ont un rotor équipé de bobinages alimentés en courant continu, enroulés autour d'un noyau de fer doux. La magnétisation de ces bobinages est pilotable grâce à une alimentation en courant continu (excitation).

Les alternateurs à aimants permanents ont un rotor doté d'aimants composés d'un alliage de néodyme (métal de la famille des terres rares), de fer et de bore, dont la magnétisation reste très forte dans le temps, sans apport de courant extérieur.



Turbines Kaplan équipées de multiplicateurs par poulie-courroie et de génératrices synchrones - Centrale d'Emagny (25)

Les génératrices asynchrones

Dans les génératrices asynchrones, le rotor ne comporte pas de bobinage d'excitation et il n'est raccordé à aucune source d'énergie. Il se présente sous la forme d'une cage d'écureuil composée d'un ensemble de barres en aluminium ou en cuivre, ce qui le rend robuste et moins onéreux que celui d'un alternateur. La génératrice asynchrone est plus simple de réalisation et plus facile à coupler au réseau électrique en moyenne puissance. Par contre, elle nécessite l'installation de condensateurs pour compenser sa forte production d'énergie réactive.

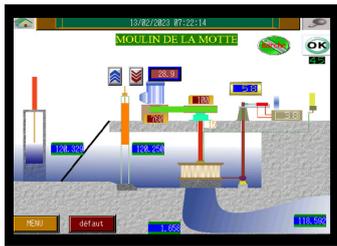
En hydroélectricité, les condensateurs sont demandés par les gestionnaires de réseau pour les puissances supérieures à 36 kVA.



La centrale de Roffey (89) dispose de deux vis hydrodynamiques qui entraînent chacune un multiplicateur à engrenages (en bleu) couplé à une génératrice asynchrone (en gris)

Armoire de commande et supervision

La plupart des centrales hydroélectriques sont aujourd'hui automatisées. À partir des informations transmises par des capteurs (niveaux à la prise d'eau, température, vibration...), l'automate, placé dans l'armoire de commande, enclenche des actionneurs selon un programme de régulation optimisant la production. Par exemple, il pilote automatiquement des ouvertures de vannes, de directrices et l'orientation des pales d'une turbine Kaplan. Un système de supervision couplé à l'automate permet à l'exploitant de suivre sur son ordinateur ou son smartphone les principales données de fonctionnement de la centrale et de réaliser certaines actions à distance.



Écran de supervision de l'armoire de commandes - Moulin de la Motte à Mailly-la-Ville (89)



Écrans de supervision - Centrale de Conte (39)

Transformateur et poste de livraison

Enedis ou l'Entreprise Locale de Distribution, gestionnaire du réseau de distribution de l'électricité, détermine le « point de livraison » du courant et les appareils permettant cette livraison dans de bonnes conditions. Ces équipements constituent le « poste de livraison ». Suivant les cas, il peut être situé sur le domaine public et à proximité de l'installation ou intégré à la centrale. Ce poste de livraison comprend le transformateur et les équipements de contrôle (cellules HTA). Le coût des travaux et du matériel, ainsi que les éventuels renforcements du réseau, sont à la charge du producteur et variables selon la proximité du point de raccordement au réseau électrique.

Le transformateur

Pour transporter l'électricité sur de longues distances et minimiser les pertes, il faut élever la tension du courant alternatif produit par la génératrice fonctionnant en 400 volts (basse tension BT) : c'est le rôle du transformateur. Il est indispensable pour les cen-



Cellules HTA (à gauche) et transformateur (à droite) - Centrale de Ray-sur-Saône (70)

trales de plus de 250 kVA qui doivent injecter sur le réseau de distribution à haute tension à 20 000 volts (HTA). Au-delà d'une certaine puissance, il permet d'injecter la production sur le réseau de transport à haute tension (HTB).

Les cellules HTA

Les différents matériels permettant le comptage par Enedis ou l'Entreprise Locale de Distribution de l'énergie livrée mais aussi le contrôle de l'énergie réactive, la sécurité et la protection des matériels sont intégrés dans des armoires modulaires préfabriquées et spécifiques à chaque fonction. On les nomme cellules HTA pour l'injection sur le réseau 20 000 volts.

Démarches administratives

Les conditions de raccordement sont fixées à la suite d'une étude technique, afin que les objectifs de sécurité et de sûreté du réseau ne soient pas affectés par l'introduction de l'installation sur le réseau, et dans le respect des prescriptions techniques fixées par arrêtés. Avant toute réalisation, l'approbation préalable du distributeur d'énergie électrique doit être demandée sur les dispositions prévues, tant en ce qui concerne le choix du matériel que son emplacement.

La demande d'approbation préalable du distributeur d'énergie électrique est accompagnée notamment des renseignements suivants :

- schéma des connexions du poste et des circuits de terre,
- nomenclature des matériels électriques et leurs caractéristiques,
- plans du local abritant le poste, y compris celui du tableau de comptage,
- schéma de raccordement des autres sources éventuelles d'énergie électrique de l'installation,
- dispositions prévues pour réduire l'énergie réactive,
- dispositions prévues pour le tableau de comptage,
- dispositions prévues pour le découplage.

3.4/ Choisir une solution de valorisation de l'électricité

Selon les investissements envisagés et la puissance électrique de l'installation, le futur producteur aura le choix entre l'autoconsommation, la vente aux tarifs aidés (obligation d'achat, complément de rémunération et appel d'offres de la CRE) soumis à conditions ou aux tarifs libres du marché de l'énergie. Les tarifs aidés sont étudiés pour soutenir les petites unités de production et sont donc plus attractifs.

3.4.1/ Les mécanismes de soutien

Les mécanismes actuels de soutien aux énergies renouvelables et le cadre réglementaire de l'obligation d'achat (articles R. 314-1 et suivants du Code de l'énergie) ont été instaurés par la loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte. Plusieurs évolutions ont eu lieu pour se conformer aux dispositions des lignes directrices européennes concernant les aides d'État apportées aux énergies renouvelables.

Deux formes d'aides sont mises en place :

- L'obligation d'achat qui permet de garantir aux exploitants l'achat de leur production à un tarif donné par un acheteur dit « obligé »* ;
- Le complément de rémunération qui permet d'octroyer aux producteurs un revenu complétant celui qu'ils tirent de la vente de leur production sur le marché et leur permettant d'atteindre un tarif cible, dit de « référence ».

Deux types de mécanismes existent pour y accéder :

- soit de manière systématique, sur simple demande du producteur auprès d'un acheteur obligé et sous réserve de répondre à certaines spécifications techniques comme la puissance de l'installation, la mise en place de matériels nouveaux ou encore le niveau d'investissement. Les conditions et niveaux de tarifs sont définis par l'arrêté du 22 mai 2024 (voir le point 3.3.2 « Le tarif de soutien H16 bis »),

- soit de manière ponctuelle, via les appels d'offres** émis par la CRE (Commission de régulation de l'énergie) et dont les cahiers des charges définissent les installations éligibles et la forme de l'aide octroyée.

* Depuis fin 2016, des agréments sont délivrés par l'État afin que de nouveaux acteurs puissent répondre à l'obligation d'achat ou reprendre la gestion de contrats en cours. Une liste des organismes agréés est consultable sur le site : <https://www.ecologie-solidaire.gouv.fr/dispositifs-soutien-aux-energies-renouvelables>

** Les appels d'offres pour la période 2024-2026 ne concernent que les installations d'une puissance supérieure à 1 MW (1 000 kW).
En savoir + : <http://www.cre.fr/documents/appels-d-offres>

Dans tous les cas, le producteur doit s'adresser directement à un acheteur obligé de son choix qui a en charge l'établissement du contrat d'achat ou de complément de rémunération. Ce contrat définit les engagements du producteur (type du courant fourni, quantité, qualité) et les conditions de rémunération (conditions tarifaires en fonction de la période, durée du contrat, formules d'actualisation, etc.).



À NOTER :

Règle européenne de non-cumul des aides

Attention, quel que soit le mécanisme de soutien (tarif d'achat ou appel d'offres), les installations ne doivent pas avoir reçu d'aides financières de la part de l'État, de collectivités ou d'établissements publics pour leur construction. Les aides financières pour la réalisation d'une passe à poissons ne sont donc pas compatibles avec l'obtention d'un contrat d'achat H16 dit « neuf » (pour une installation nouvelle) si cet équipement est directement lié à l'obtention de ce contrat. Elles peuvent cependant être compatibles avec l'obtention du complément de rémunération dans le cas du tarif H16 dit « rénovation » (installation existante rénovée) sous réserve de les déduire du montant du programme d'investissement requis. Des exceptions peuvent cependant être faites pour les études non obligatoires ou pour les travaux indépendants du projet hydroélectrique.

3.4.2/ Le tarif de soutien H16 bis

En 2016, l'arrêté tarifaire du 13 décembre 2016, dit H16, a fixé de nouvelles conditions de soutien à la petite hydroélectricité. L'arrêté du 22 mai 2024 (dit H16 bis) modifie l'arrêté H16 fixant les conditions d'achat et du complément de rémunération pour l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie hydraulique des lacs, des cours d'eau et des eaux captées gravitairement. Les niveaux de tarifs varient suivant la nature de l'installation, sa hauteur de chute et sa puissance. Les contrats sont conclus pour une durée de 20 ans. Pour y avoir accès, il faut distinguer les installations nouvelles (tarif H16 « neuf ») des installations existantes rénovées (tarif H16 « rénovation ») et tenir compte de la puissance (voir tableau ci-contre). Il existe une grille tarifaire spécifique pour les installations de turbinage du débit réservé.

Qu'est-ce qu'une « installation nouvelle » au sens de l'arrêté du 22 mai 2024 ?

L'arrêté précise les définitions suivantes :

- Installation nouvelle : une installation dont aucun des organes fondamentaux n'avait jamais servi à des fins de production électrique dans le cadre d'un contrat commercial ou en autoconsommation au moment du dépôt de la demande complète mentionnée à l'article R. 314-3 du Code de l'énergie ; les organes fondamentaux étant les ouvrages de mise en charge*, les machines électrogènes et les ouvrages de raccordement propres au producteur.

* Ouvrage de mise en charge : une conduite forcée et sa chambre de mise en charge ou, à défaut, les équipements en charge hydraulique situés depuis la dernière grille de la prise d'eau (grille y comprise) jusqu'à la turbine.

Selon les conditions d'exploitation, le producteur peut demander à bénéficier du complément de rémunération (CR). Dans le cas d'une installation existante rénovée, l'obtention d'un CR et son calcul dépendent du montant du programme d'investissement envisagé.

Cet investissement doit être au minimum de 680 €/kW installé avec un montant maximum pris en compte pour le calcul de 3 400 €/kW installé (cf. Annexe II de l'arrêté du 22 mai 2024).

* Ce montant est actualisé chaque année par une formule détaillée en Annexe III de l'arrêté du 22 mai 2024.

La rémunération dans le cadre de l'obligation d'achat

Elle est fixée par l'arrêté du 22 mai 2024. Elle est indexée et réactualisée chaque année pour l'établissement du contrat avec un producteur. En 2024, selon les critères de production, cette rémunération peut varier de 73 à 229 €/MWh.

Rappel : le tarif d'obligation d'achat n'est accessible qu'aux installations nouvelles de moins de 400 kW jusqu'au 31/12/2025 et de moins 200 kW à partir du 01/01/2026.

Jusqu'en mai 2024, le seuil de puissance était de 500 kW.

La rémunération dans le cadre du complément de rémunération

Elle est fixée par l'arrêté du 22 mai 2024. En 2024, selon le type et la puissance de l'installation, mais aussi du niveau d'investissement dans le cadre d'une rénovation d'équipements, cette rémunération peut varier de 50 à 166 €/MWh.

La fourniture de l'attestation de conformité

La prise d'effet du contrat est subordonnée à la fourniture, par le producteur à son cocontractant, d'une attestation de la conformité de son installation. À la charge financière du producteur, cette attestation de conformité doit être délivrée par un organisme de contrôle habilité pour cette mission.

PUISSANCE	MOINS DE 400 KW JUSQU'AU 31/12/2025 MOINS DE 200 KW À PARTIR DU 01/01/2026 (et pour 1 an)	DE 400 KW À 999 KW JUSQU'AU 31/12/2025 DE 200 KW À 999 KW À PARTIR DU 01/01/2026 (et pour 1 an)	DE 1 000 KW À 4 500 KW
NOUVELLE INSTALLATION TARIF H16 « NEUF »	Régime de l'obligation d'achat (ou régime du complément de rémunération légalement accessible mais qui ne présente pas actuellement d'intérêt financier pour le demandeur)	Régime du complément de rémunération	
INSTALLATION EXISTANTE TARIF H16 « RÉNOVATION »	Régime du complément de rémunération sous réserve de présentation d'un programme d'investissement	Régime du complément de rémunération sous réserve de présentation d'un programme d'investissement	
APPELS D'OFFRES (3 PÉRIODES 2024, 2025, 2026)			Régime du complément de rémunération



EN SAVOIR PLUS :

Liste des organismes de contrôle habilités :

<https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/contrôle-installations-production-delectricite>

Pour une installation rénovée, le producteur doit transmettre au préfet l'attestation de conformité pouvant permettre aux services de l'État de vérifier la réalisation du programme d'investissement requis. Ce document et tous les justificatifs seront tenus à la disposition du préfet pendant une durée de cinq ans après la fin de la période retenue pour la prise en compte des investissements.

⊕ À NOTER :

Pour une installation d'une puissance inférieure à 100 kW, une déclaration sur l'honneur du producteur est suffisante. Un modèle peut être transmis par l'organisme établissant le contrat d'achat.

⊕ EN SAVOIR PLUS :

Voir la page dédiée de France Hydro Électricité : www.france-hydro-electricite.fr/vente-de-la-production-hydroelectrique/
Voir la page du site d'EDF OA dédiée au contrat H16 bis : www.edf-oa.fr/CONTRATS%20DE%20TYPE%20H16%20BIS

3.4.3/ La vente sur le marché de l'énergie

Pour une installation n'ouvrant pas droit à un tarif aidé ou pour un producteur ne souhaitant pas y avoir recours, celui-ci devra se tourner vers les acheteurs du marché de l'énergie. Il devra faire jouer la concurrence et savoir que le prix d'achat, dit « prix de marché », peut fortement varier. Entre janvier et août 2024, il a oscillé entre 0 et 100 €/MWh, avec des périodes de prix négatifs liés à un excès d'offre d'électricité.

3.4.4/ L'autoconsommation individuelle

L'autoconsommation individuelle est encadrée par l'article L. 315-1 du Code de l'énergie. Elle consiste à consommer tout ou partie de la production de sa centrale hydroélectrique raccordée directement à son installation électrique intérieure. Depuis l'instauration des contrats d'obligation d'achat, il est possible de vendre le surplus de la production.

3.4.5/ L'autoconsommation collective

L'autoconsommation collective offre une solution de valorisation de l'électricité à des hydroélectriciens ne souhaitant pas investir lourdement pour obtenir un contrat H16 (neuf ou rénovation) ou projetant d'augmenter leur production au-delà de leur contrat. Concrètement, producteurs et consommateurs se regroupent au sein d'une entité juridique dénommée Personne Morale Organisatrice (PMO), qui définit la répartition de la production entre les membres. Les producteurs peuvent être publics ou privés et utiliser tous les types de technologies à base de ressources

renouvelables. Les consommateurs peuvent être les propres bâtiments du producteur (une collectivité notamment) ou alors des tiers : habitants, petits commerces, industries, associations... Ils conservent leur contrat de fourniture par le réseau public d'électricité pour couvrir leurs besoins complémentaires. Au quotidien, cette répartition est assurée par la PMO et transmise à Enedis. Lorsque l'offre excède la demande, l'électricité peut être vendue à un acheteur de surplus, au prix de marché.

EN COMPLÉMENT :

Article « L'autoconsommation collective, circuit court pour l'électricité » de la lettre HYDRO INFOS BFC n°13
<https://hydro-bfc.fr/ressources/>

3.5/ L'envoi des factures

Lors de l'établissement d'un contrat d'achat, il est important de noter que même si la centrale est déjà en fonctionnement et produit de l'électricité, c'est seulement lorsque toutes les pièces du dossier sont réceptionnées et validées par le gestionnaire du réseau de distribution d'électricité que la vente peut débuter. Un oubli ou un complément de travaux peut impliquer la perte de quelques jours voire quelques semaines de production.

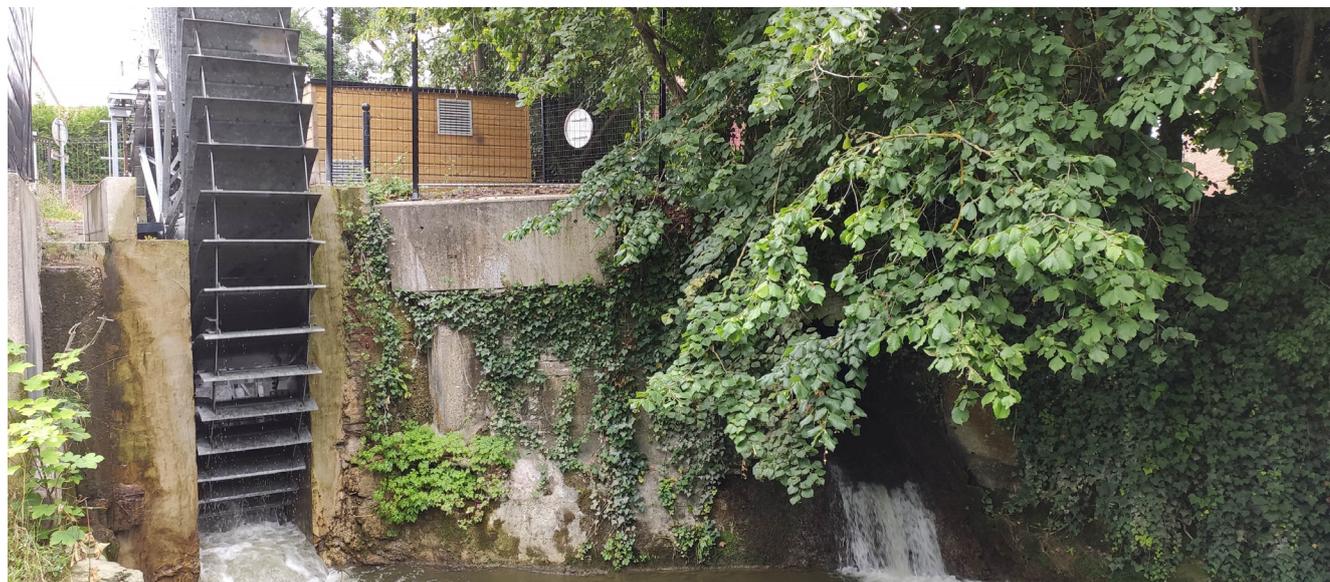
Il faut également prendre en considération la fréquence de la facturation (mensuelle dans la plupart des cas), qui varie en fonction de la puissance de l'installation et de la saisonnalité de la production. Pour les contrats inférieurs à 36 kVA, il n'y a que 2 facturations, fin mars pour la période d'hiver et fin octobre pour la période d'été.

🔗 À NOTER :

Dans la négociation de son prêt bancaire, il faudra faire en sorte de caler la fréquence des remboursements avec celle des recettes de la vente d'électricité et avoir une trésorerie suffisante pour traverser les périodes estivales de faible ou de non production.

3.6/ La transmission-modification de contrat

Lors de l'acquisition d'une centrale ou d'une augmentation de production, le contrat d'achat initialement établi reste en vigueur en termes de tarif et de durée. Pour amortir un nouvel investissement, une attention particulière doit donc être portée à la date de fin du contrat en cours.



Dans le Nord, Goeulzin a été parmi les premières communes, à valoriser en autoconsommation collective l'électricité de sa centrale, pour alimenter ses propres bâtiments.

REPÈRES UTILES

Principaux acteurs techniques ou administratifs

4.1/ ORGANISMES ACCOMPAGNATEURS

➔ AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE (ADEME)

Informations / Soutien aux études



L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de la Transition écologique, de l'énergie, du climat et de la prévention des risques et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Sa mission consiste à mettre en œuvre les politiques publiques de développement durable concernant notamment les activités humaines

(énergie, déchet, pollution de l'air). En partenariat avec les élus et les collectivités territoriales, l'ADEME met en place plans et schémas régionaux et peut accompagner techniquement et financièrement les acteurs locaux qui souhaitent aller au-delà des exigences réglementaires. L'ADEME organise, chaque année, la rencontre de l'hydroélectricité.

⊕ EN SAVOIR PLUS :

www.ademe.fr

<https://agirpourlatransition.ademe.fr> puis tapez hydroélectricité

<https://agirpourlatransition.ademe.fr/collectivites/amenager-territoire/energies-renouvelables-sobriete/hydroelectricite>

➔ CONSEILS RÉGIONAUX

Informations / Soutien aux études / Soutien aux travaux

Le conseil régional est une assemblée d'élus décidant de la mise en œuvre des missions de décentralisation confiées par l'État (formation, transport, économie, environnement...). En partenariat avec l'ADEME, et dans le cadre d'un contrat de plan État-Région, il met en place des programmes d'actions permettant d'accompagner les porteurs de projet dans le domaine de la maîtrise de l'énergie et des énergies renouvelables.

⊕ EN SAVOIR PLUS : site internet de votre conseil régional

➔ RELAIS D'INFORMATION EN BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

Informations / Accompagnement et échanges techniques

Dans le cadre de leurs politiques de soutien aux énergies renouvelables et plus particulièrement à l'hydroélectricité, l'ADEME et la Région Bourgogne-Franche-Comté financent l'association ADERA, par le moyen d'un partenariat, afin d'assurer une mission régionale de promotion et de conseils de la filière hydroélectricité (premier contact pour faire émerger le projet, analyse d'opportunité avec visite sur site, suivi des études, visites de sites et de chantiers, diffusion d'outils et de guides, etc.).

⊕ EN SAVOIR PLUS :

association ADERA - Fabrice BOUVERET - 09 87 66 06 30 - f.bouveret@adera.asso.fr

Site dédié à l'hydroélectricité en Bourgogne-Franche-Comté

La mission d'animation de la filière hydroélectricité en Bourgogne-Franche-Comté a produit de nombreuses ressources pour faciliter la réalisation des projets. Il s'agit notamment d'une lettre d'information (HYDRO INFOS BFC), de guides à destination des porteurs de projets, de fiches de retours d'expériences, des vidéos réalisées lors des éditions de la rencontre de l'hydroélectricité, des numéros spéciaux de Puissance Hydro, d'articles de presse...

⊕ EN SAVOIR PLUS : <https://hydro-bfc.fr>

4.2/SERVICES INSTRUCTEURS

➔ DIRECTION RÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMÉNAGEMENT ET DU LOGEMENT (DREAL)

Informations / Autorisations



DREAL
Direction Régionale
de l'Environnement,
de l'Aménagement
et du Logement

Sous l'autorité du préfet de région, ce sont les représentants régionaux des ministères en charge notamment de l'écologie et de l'énergie. Ils contribuent à élaborer et mettre en œuvre les Schémas Directeurs et Schémas Régionaux concernant l'eau, la transition énergétique ou le climat en application des directives et orientations européennes et/ou nationales. La DREAL instruit les demandes de concessions et propose l'avis du préfet de région dans le cadre des appels d'offres.

⊕ EN SAVOIR PLUS :

www.ecologique-solidaire.gouv.fr/hydroelectricite

<https://lannuaire.service-public.fr/navigation/dreal>

➔ DIRECTION DÉPARTEMENTALE DES TERRITOIRES (DDT) Police de l'Eau et des milieux aquatiques

Informations / Autorisations



DDT
Direction
Départementale
des Territoires

Responsables du respect de la réglementation au niveau départemental, les services de la DDT, placés sous l'autorité du préfet de

département, participent à la bonne gestion de la ressource en eau et de ses usages notamment via le service de la police de l'eau et des milieux aquatiques. C'est le service instructeur pour les demandes concernant l'utilisation de l'eau et l'établissement de règlements d'eau et autorisation pour l'hydroélectricité.

⊕ EN SAVOIR PLUS :

<https://lannuaire.service-public.fr/navigation/ddt>

➔ CONSEIL DÉPARTEMENTAL DE L'ENVIRONNEMENT ET DES RISQUES SANITAIRES ET TECHNOLOGIQUES (CODERST)

Autorisations

Composé d'élus, d'associations, de personnes qualifiées et de représentants de l'État, le CODERST a un rôle consultatif sur les décisions ayant trait à l'environnement, les risques sanitaires et techniques notamment au niveau d'autorisations ICPE (installations classées) ou de la loi sur l'eau. Selon les dossiers et après les éventuelles enquêtes publiques, un avis du CODERST peut être exigé.

⊕ EN SAVOIR PLUS :

s'adresser auprès de la préfecture du département concerné et/ou de la DREAL



Chantier de pose d'une vis hydrodynamique - Moulin de Champdôtre (21)

4.3/ORGANISMES TECHNIQUES

→ AGENCES DE L'EAU

Informations / Soutien aux études / Soutien aux travaux



Les agences de l'eau sont des établissements publics sous tutelle du ministère en charge de l'environnement. Six agences de l'eau maillent le territoire. Elles ont pour missions de réduire les pollutions et protéger la ressource en eau et les milieux aquatiques. La restauration de la continuité écologique est une des priorités de leur programme d'intervention. Sous conditions, elles sont susceptibles de soutenir les études voire les projets d'équipement de type passe à poissons.

⊕ **EN SAVOIR PLUS** : www.lesagencesdeleau.fr

→ OFFICE FRANÇAIS POUR LA BIODIVERSITÉ (OFB)

Informations / Avis technique / Police



Créée en 2020 et intégrant l'ex-Onema, l'OFB est un établissement public dépendant du ministère de la Transition écologique, de l'énergie, du climat et de la prévention des risques. Elle exerce des missions d'appui à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de la connaissance, la préservation, la gestion et la restauration de la biodiversité des milieux terrestres, aquatiques et marins. A la demande des services instructeurs, elle émet un avis technique sur le volet protection du milieu aquatique des projets hydroélectriques.

⊕ **EN SAVOIR PLUS** : www.ofb.gouv.fr

→ SYNDICATS DE RIVIÈRES ET DE BASSINS VERSANTS

Informations

Ce sont des syndicats regroupant les collectivités territoriales ayant la compétence Gemapi* sur une vallée ou une partie importante de celle-ci et dont l'objet est de mener des actions concernant la gestion de la rivière et de ses affluents (assainissement, restauration des milieux, travaux d'entretien, animation de la politique locale sur ce thème, information, sensibilisation, etc.).

* Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations

⊕ **EN SAVOIR PLUS** : contacter la mairie pour connaître la structure compétente.

→ ENEDIS Informations / Contrat de raccordement

Enedis est une entreprise de service public, gestionnaire du réseau de distribution d'électricité sur 95 % du territoire français. Enedis développe, exploite et modernise le réseau électrique et à la charge d'établir un contrat de raccordement, d'accès et d'exploitation (CRAE) détaillant les modalités techniques, juridiques et financières permettant d'injecter de l'électricité sur le réseau public.

⊕ **EN SAVOIR PLUS** : www.enedis.fr
Si vous vous trouvez sur un territoire non couvert par Enedis, contactez votre entreprise locale de distribution (ELD).

→ ORGANISMES AGRÉÉS POUR L'ACHAT D'ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLES

Informations / Contrat d'achat et de complément de rémunération

Avec la nouvelle réglementation concernant l'achat d'électricité renouvelable, selon la puissance de votre installation, vous pouvez prétendre au tarif « Obligation d'Achat » ou au tarif « Complément de Rémunération ». Avec l'organisme retenu (EDF, un autre opérateur agréé ou l'Entreprise Locale de Distribution), vous devrez alors établir un contrat d'achat.

⊕ **EN SAVOIR PLUS** :

- pour un achat par EDF, vous devrez vous adresser aux agences multifilières d'EDF OA de Toulouse Sud-Ouest et Metz Nord-Est qui gèrent l'ensemble des demandes nationales : oa-multifilieres@edf.fr ou 09 69 32 30 69
- pour un achat par un autre opérateur agréé, consultez la liste sur : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/dispositifs-soutien-aux-energies-renouvelables>

4.4/SYNDICATS DE PRODUCTEURS

→ FÉDÉRATION ÉLECTRICITÉ AUTONOME FRANÇAISE (EAF)

Informations / Accompagnement et échanges techniques



La Fédération Électricité Autonome Française (EAF) regroupe les producteurs indépendants d'électricité renouvelable, principalement dans la filière de la petite hydroélectricité.

Elle représente environ la moitié des producteurs autonomes, répartis sur l'ensemble du territoire français, notamment en zone rurale ou de montagne. La Fédération EAF est membre fondateur de l'association EREF qui regroupe les producteurs indépendants au niveau européen.

⊕ **EN SAVOIR PLUS** : <https://federation-eaf.org>

→ FRANCE HYDRO ÉLECTRICITÉ

Informations / Accompagnement et échanges techniques



France Hydro Électricité est un syndicat national de la petite hydroélectricité. Il fédère plus de 600 centrales hydroélectriques de puissance inférieure à 12 MW réparties sur tout le territoire français et plus de 150 fournisseurs de la filière, entreprises, bureaux d'études, turbiniers, fournisseurs de matériels électriques et mécaniques. France Hydro Électricité accompagne ses adhérents dans la gestion de leurs installations et le développement de leurs projets. Il les défend, les informe et les assiste sur les aspects juridiques, administratifs et techniques.

⊕ **EN SAVOIR PLUS** : www.france-hydro-electricite.fr

4.5/ASSOCIATIONS DE SAUVEGARDE DE MOULINS

→ FÉDÉRATION FRANÇAISE DES ASSOCIATIONS DE SAUVEGARDE DES MOULINS (FFAM)

Informations



La FFAM est une association, qui fédère au niveau national environ 110 associations dans son réseau de plus de 10 000 adhérents. Elle a pour but la connaissance et la sauvegarde d'un patrimoine aux atouts énergétiques, touristiques, économiques, écologiques qui en font un outil d'avenir notamment pour les territoires ruraux.

Elle a proposé aux parlementaires des amendements sur les lois Biodiversité, Patrimoine, Montagne et Autoconsommation. Elle est coorganisatrice des Journées des moulins du mois de juin et participe à de nombreuses réunions en rapport avec l'obtention ou le maintien du bon état des cours d'eau. La FFAM édite la revue trimestrielle Moulins de France.

⊕ **EN SAVOIR PLUS** : www.moulinsdefrance.org

→ FÉDÉRATION DES MOULINS DE FRANCE (FDMF)

Informations



La FDMF est une association, qui fédère au niveau national plus de 110 associations, entreprises et collectivités territoriales, et représente un réseau de plus de 10 000 adhérents. Elle a pour but de sauvegarder les savoir-faire qui contribuent à la conservation des moulins. Elle conseille et aide

les acteurs qui souhaitent procéder à des restaurations de qualité ainsi qu'à leur animation dans le cadre de politiques touristiques. Elle développe la thématique des moulins producteurs (huile, farine, papier, électricité) et participe à des actions de recherche développement avec de jeunes entreprises dans le domaine des turbines, hydroliennes, équipement hydroélectrique, etc. La FDMF édite la revue trimestrielle Le Monde des Moulins.

⊕ **EN SAVOIR PLUS** : www.fdmf.fr

EN SAVOIR PLUS

RESSOURCES DOCUMENTAIRES

➔ Rencontre de l'hydroélectricité

Revoir ou télécharger les interventions des différentes rencontres de l'hydroélectricité en Bourgogne-Franche-Comté : <https://hydro-bfc.fr/rencontre>

➔ Fiches «ils l'ont fait» (ADEME)

À télécharger sur : <https://hydro-bfc.fr/ressources>



➔ Puissance Hydro spécial BFC

À télécharger sur : <https://hydro-bfc.fr/ressources>



➔ Lettre HYDRO INFOS BFC

À télécharger sur : <https://hydro-bfc.fr/ressources>



➔ Guide Montage juridique et financier (ADEME - 2024)

À télécharger sur : <https://hydro-bfc.fr/ressources>



➔ Vers la centrale hydroélectrique du XXI^e siècle (ADEME - France Hydro Électricité - 2011)

À télécharger sur : www.france-hydro-electricite.fr/wp-content/uploads/2019/07/2011-Guide-vers-la-centrale-du-XXIe-siecle.pdf

ANNUAIRES D'ACTEURS ET DE PROFESSIONNELS



Annuaire d'acteurs et de professionnels intervenant en Bourgogne-Franche-Comté

À consulter sur : <https://hydro-bfc.fr/ressources>

➔ Annuaire des professionnels adhérents à France Hydro Electricité

À consulter sur : www.france-hydro-electricite.fr/rechercher-un-fournisseur

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société **économe en ressources**, plus **sobre en carbone**, plus **juste et harmonieuse**. Dans tous les domaines - énergie, air, économie circulaire, gaspillage alimentaire, déchets, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques. L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du **ministère de la Transition écologique, de l'énergie, du climat et de la prévention des risques** et du **ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche**.

Ce document est édité par l'ADEME

ADEME
20 avenue du Grésillé,
BP 90406,
49004 Angers Cedex 01

N° référence ADEME : 011134

Imprimé en 1 000 exemplaires sur papier ecolabellisé et 100 % recyclé par Simon à Ornans - imprimeur labellisé

Date de dépôt légal : novembre 2024