



HYDRAULIQUE

Quel fonctionnement ? L'eau comme source d'énergie

Tout le monde connaît le principe de la roue à palettes, entraînée par la force d'un cours d'eau, qui sert de moteur à un moulin.

De la même façon, un barrage peut être utilisé pour produire de l'électricité en utilisant le débit de l'eau : c'est l'hydroélectricité.

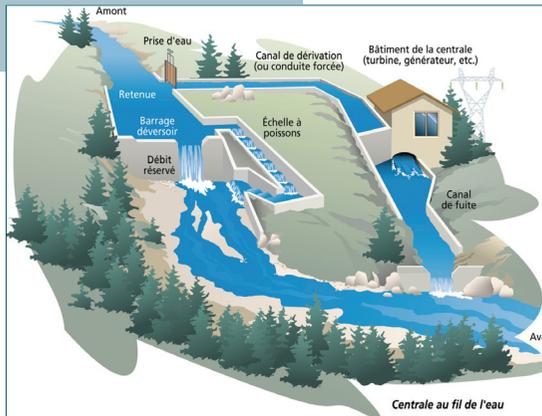
La production d'électricité hydraulique exploite donc l'énergie potentielle des cours d'eau, autrement dit la force de l'eau passant d'un niveau supérieur à un niveau inférieur.

À l'échelle d'une rivière, on parle de micro-hydroélectricité. Le seuil de 10 MW différencie la grande hydraulique de la petite.

Ainsi, une microcentrale hydroélectrique est définie comme une unité de production électrique variant en fonction du débit du cours d'eau et de la hauteur de chute, d'une puissance électrique maximale de 10 MW.

Les différents types de centrales hydroélectriques

Les centrales de lac



Elles constituent les centrales sur retenues d'eau les plus importantes créées par un barrage. L'eau, captée dans les bassins versants en amont de la retenue puis stockée derrière le barrage, est acheminée jusqu'aux turbines de la centrale situées en contrebas, avec un dénivelé important. Avec un remplissage saisonnier du stockage (torrents, fonte des neiges et des glaciers ou saison des pluies), ces sites présentent des hauteurs de chutes importantes : de plusieurs dizaines à plusieurs centaines de mètres.

Les centrales hydroélectriques de lac sont capables de fournir en quelques minutes d'importantes quantités d'énergie. Souples et faciles à télécommander, elles servent d'ajustement pour répondre à la demande électrique de pointe (matin et soir en période de grand froid), ou pour faire face aux incidents du réseau électrique.

Autout majeur pour l'équilibrage de l'offre et de la demande.

Les centrales au fil de l'eau

Centrales sans réservoir régulateur de stockage, elles fournissent une énergie de base non modulable, produite au «fil de l'eau». Principalement installées dans les zones de plaines avec remplissage quotidien par des apports réguliers, elles présentent des retenues de faible hauteur.

Les centrales d'écluse

Centrales sur réserve d'eau plus importante, elles sont utilisées en période de pointe. Le stock d'eau, correspondant à une période d'accumulation assez courte (moins de 400 heures de débit), est restauré aux heures les moins chargées. Avec une modulation dans la journée, voire la

semaine, influencée par la saison (saison des crues), ces centrales ont des hauteurs de chutes moyennes.

Remarque : L'énergie produite par les **Stations de Transfert d'Énergie par Pompage (STEP)** n'est pas considérée comme renouvelable du fait de la consommation d'énergie importante des pompes de relevage.

Comment ça marche ? La STEP fonctionne en circuit fermé. Son principe repose sur une double retenue d'eau : l'eau du bassin supérieur situé en amont est turbinée aux heures de très forte consommation, puis recueillie dans une retenue en aval. Aux heures de faible consommation, l'eau est pompée et remontée dans le bassin supérieur. Le stock d'énergie potentielle est ainsi reconstitué indéfiniment.

Sans oublier : les centrales marémotrices qui utilisent l'énergie des marées pour produire de l'électricité. Son principe de fonctionnement repose sur l'utilisation de la force du courant créée par l'amplitude des marées.

Le saviez-vous ?

En plus des fleuves et des rivières, il est possible d'exploiter l'énergie de l'eau circulant dans les différents réseaux : eau potable, irrigation, eaux usées.

Autres finalités des barrages

Il faut noter que les projets de barrages ont d'autres finalités que la seule production d'hydroélectricité, telles que la maîtrise des crues et de leur conséquences, l'amélioration de la navigabilité d'un cours d'eau, l'alimentation en eau des canaux, la constitution de stocks d'eau pour l'irrigation, sans oublier le tourisme, ...

Une source d'énergie maîtrisée

L'hydroélectricité est une source d'énergie «maîtrisée» : le débit des cours d'eau est prévisible et le débit des barrages est contrôlé, ce qui permet de connaître la capacité de production d'une installation à tout moment.

Une énergie stockable !

L'électricité n'est pas stockable en grande quantité. En revanche, l'eau peut être retenue dans des réservoirs avant d'être turbinée pour les besoins de la production d'électricité.

Ainsi l'énergie hydroélectrique est stockable, elle peut donc être utilisée «en pointe», c'est-à-dire quand la demande est la plus forte sur le réseau électrique.

Inconvénient : la production hydroélectrique est limitée par la réserve d'eau disponible, ce qui dépend du climat et des pompages utilisés en amont de la retenue pour l'eau sanitaire et l'irrigation.

→ L'hydroélectricité est un des systèmes de production d'électricité les plus rentables et les plus souples.

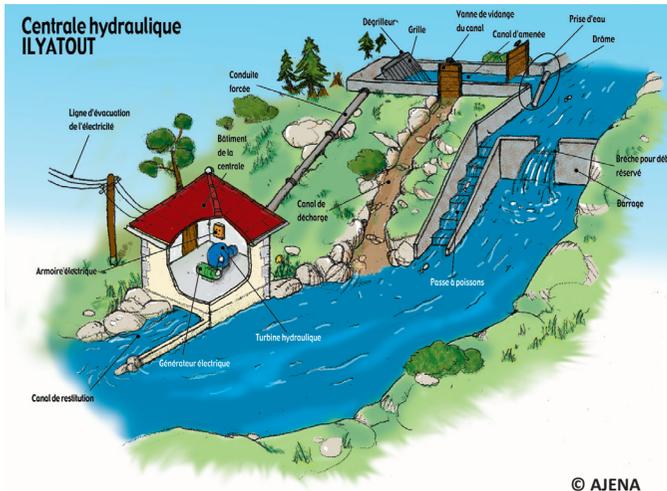
Nous nous intéressons exclusivement **aux centrales au fil de l'eau** qui constituent le potentiel des installations en Côte-d'Or.

Ouvrage de prise d'eau

Cela peut être une digue, un barrage, ... Adapté à la nature du terrain ou à la configuration du lit du cours d'eau, il est construit en enrochements, gabions, terre, maçonnerie ou béton.

Débit réservé

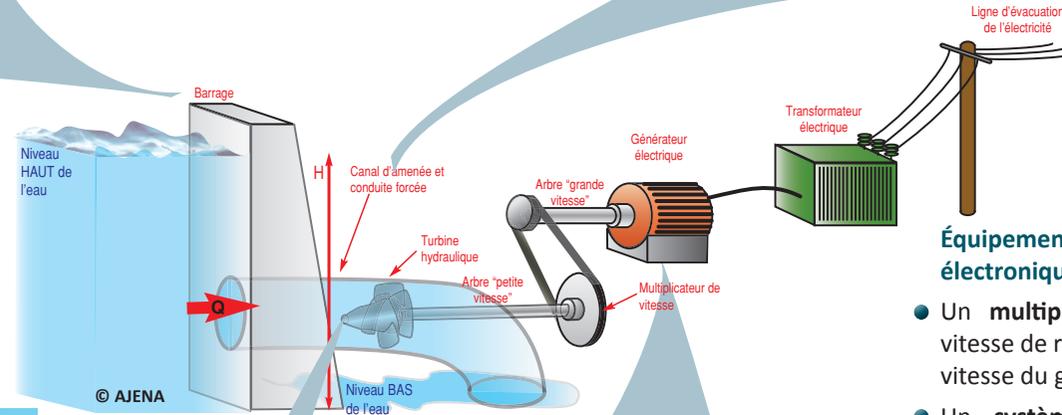
Débit minimal non turbiné, conservé dans la partie détournée du cours d'eau aménagé afin de préserver l'écosystème en protégeant la faune et la flore, c'est-à-dire afin de garantir en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces.



Ouvrage de restitution

Conduite de refoulement et canal de fuite qui renvoient les eaux turbinées dans la rivière.

Une centrale hydroélectrique se compose :



Turbine

Elle transforme en énergie mécanique l'énergie fournie par la chute d'eau.

Générateur de courant

Il produit l'énergie électrique à partir de l'énergie mécanique de la turbine.

Équipements de production d'énergie

Principe de fonctionnement

Le débit d'eau fait tourner l'hélice ou les augets de la turbine, entraînant directement ou grâce à un multiplicateur, un générateur de courant qui transforme l'énergie mécanique disponible sur l'arbre en énergie électrique.

Ouvrage d'amenée et de mise en charge

Canal d'amenée et conduite forcée d'eau, souvent en acier ou en polypropylène, qui dirigent l'eau vers la centrale. Le canal est muni d'une grille qui retient les corps solides transportés par le cours d'eau. La conduite forcée alimente en eau la turbine.

Équipements électriques et électroniques annexes :

- Un **multiplicateur** qui adapte la vitesse de rotation de la turbine à la vitesse du générateur.
- Un **système de régulation** qui permet d'adapter en permanence les variations, parfois brutales, du débit d'eau à la demande des consommateurs en réseau autonome, et d'utiliser au mieux l'eau disponible en réseau interconnecté.

Facteurs de régulation de la production d'énergie électrique : la fréquence du courant alternatif et la tension (réseau autonome), le déphasage qui entraîne la consommation d'énergie réactive (réseau interconnecté) et l'adaptation du débit turbiné au débit disponible de la rivière (réseaux autonome et interconnecté).

Un **transformateur** qui élève la tension du courant produit par l'alternateur à la valeur d'injection sur le réseau électrique.

Une bonne connaissance du site est indispensable

Les microcentrales hydroélectriques au fil de l'eau utilisent le débit du cours d'eau tel qu'il se présente, sans capacité significative de modulation par stockage. Elles sont ainsi tributaires dans une certaine mesure du régime du cours d'eau.

Avantage : impact environnemental limité

Le dimensionnement des turbines et la maîtrise de la production nécessitent une bonne connaissance de la **hauteur de chute** et des **débits des rivières**.

Inconvénient : production d'électricité non constante dans le temps

Hauteur de chute brute

Différence d'altitude entre le niveau de l'eau à la prise d'eau et le niveau de l'eau à la restitution d'eau

→ Généralement facile à mesurer

À noter : hauteur de chute nette : prise en compte des pertes de charges hydrauliques dans les ouvrages d'amenée et de restitution d'eau.

La variation du débit au cours de l'année est plus délicate à appréhender, mais primordiale à connaître pour :

- Estimer la production annuelle (débit moyen annuel)
- Déterminer le débit maximal susceptible d'être turbiné par la centrale fonctionnant à pleine puissance (débit d'équipement)
- Définir le débit réservé à respecter. La loi de l'eau dite LEMA précise les modalités de délivrance des débits réservés

Et la puissance ?

La puissance de l'installation dépend du débit d'équipement et de la hauteur de la chute. La production dépend du nombre d'heures de fonctionnement de la centrale à sa puissance nominale (pleine puissance).

En Bourgogne : en moyenne 3 500 heures par an.

Variation de la production

La quantité d'énergie produite est proportionnelle à la quantité d'eau turbinée multipliée par la hauteur de chute. Plus la différence de hauteur est importante, plus la pression de l'eau dans la centrale sera grande et plus la puissance produite sera importante.

Les centrales de haute chute peuvent utiliser plusieurs centaines de mètres de dénivelé, alors que les centrales de basse chute exploitent une différence de niveaux d'eau de quelques mètres. Pour atteindre un certain niveau de puissance, la faible hauteur de chute devra être compensée par un débit important.

Les différentes turbines

Elles sont sélectionnées en fonction des caractéristiques géographiques des sites.

Turbine VLA (Very Low Head)

Elle est adaptée pour les très faibles chutes d'eau, de 2 à 3 m, et les faibles débits. Grâce à une conception adaptée, elle diminue les ouvrages d'amenée et de restitution en augmentant le diamètre de la roue, intégrée dans un bloc autoporteur. Comme son installation ne nécessite pas de travaux de génie civil important, les coûts en sont réduits. Sa conception «ichtyophile» permet le passage des poissons sans dommage à travers la turbine.

Turbine Kaplan

Avec une roue de type hélice dont les aubes directrices sont mobiles et dont les pales sont à inclinaison variable, elle est parfaitement adaptée pour les faibles chutes, de 2 à 10 m, et les débits importants. L'ajustement de la puissance de la turbine s'effectue par simple orientation de ses pales en fonction des débits utilisables.



Turbine Francis

Avec une roue à aubes simple ou double, elle est utilisée pour les moyennes chutes, de 5 à 100 m, et les débits moyens. L'eau pénètre radialement entre les aubes directrices et les aubes de la roue qui sont fixes, pour être refoulée en son centre.

Turbine Pelton

Avec une roue à augets, elle est la plus adaptée pour les hautes chutes, de 50 à 400 m, et les faibles débits. L'eau sous forte pression est dirigée sur les augets, en passant dans un ou plusieurs injecteurs munis d'un pointeau de réglage.



Une exploitation réglementée (loi du 16 octobre 1919)

2 régimes d'exploitation des centrales hydroélectriques en fonction de leur puissance

Les installations de moins de 4,5 MW

→ Accessibles à tous sous régime d'autorisation

Ces unités de production hydroélectrique appartiennent à des particuliers, des entreprises ou des collectivités, appelés maîtres d'ouvrage, qui les exploitent et revendent l'électricité ainsi produite ou l'autoconsomment.

Elles nécessitent l'obtention d'une autorisation, délivrée par le Préfet pour une durée limitée de 30 ans environ, et dont les règles d'exploitation sont fonction des enjeux environnementaux.

Les installations de plus de 4,5 MW

→ Régime de concession pour le compte de l'État

Les installations appartiennent à l'État et elles sont construites et exploitées par un concessionnaire, pour le compte de l'État.

- Pour une puissance comprise entre 4,5 et 100 MW : la concession est délivrée par le Préfet.
- Au delà de 100 MW, la concession est délivrée par le 1^{er} ministre et le ministre en charge de l'énergie.

Les 1^{ères} concessions ont été accordées dans les années 1920 pour des durées de 75 ans, permettant d'amortir l'investissement de construction. Le renouvellement des concessions donne lieu à des contrats de durée moindre.

À noter : le marché des microcentrales hydrauliques commence avec des installations d'une puissance de quelques kW

Respect de l'environnement

Exigences :

- Respect de la continuité de la rivière grâce au débit réservé, au minimum égal au 1/10^{ème} du débit moyen annuel. La détermination du débit réservé fait l'objet d'études approfondies par des spécialistes environnementaux lors de la réalisation de l'étude d'impact.
- Installation d'un dispositif de franchissement de l'ouvrage : échelles voire ascenseurs à poissons.
- Conception et gestion des ouvrages étudiées afin de favoriser le passage de sable, graviers ou galets qui constituent une des composantes du lit de la rivière et des habitats des espèces piscicoles, ainsi que des corps flottants (feuilles, branches, ...) nécessaires à la vie de la rivière.
- Suivi précis et exhaustif des passages des poissons.

Ne pas oublier :

- Être en symbiose avec les autres usagers du cours d'eau.

Révision du classement des cours d'eau au titre de la continuité écologique

Le développement de l'hydroélectricité doit se faire en compatibilité avec les objectifs nationaux de restauration de la continuité écologique :

→ Développement de l'hydroélectricité à partir d'ouvrages existants, ou sur des cours d'eau sans enjeux au titre de la continuité

La révision du classement des rivières réservées⁽¹⁾ et des rivières classées⁽²⁾ est en cours d'élaboration actuellement en Côte-d'Or.

→ Un impact sur le potentiel hydroélectrique est prévisible

À noter : d'autres évolutions réglementaires, telles que l'augmentation des débits réservés, sont de nature à affecter à la baisse le potentiel hydroélectrique.

⁽¹⁾ Rivières réservées : cours d'eau ou portions de cours d'eaux déterminés par décret en Conseil d'État sur lesquels aucune installation hydraulique nouvelle n'est possible.

⁽²⁾ Rivières classées : classement au titre du Code de l'Environnement pour assurer la libre circulation des poissons : tout nouvel ouvrage doit comporter des dispositifs assurant la circulation des poissons migrateurs. Des arrêtés ministériels ont étendu cette obligation à certains ouvrages existants.

Et le bruit ?

Les émissions sonores sont réglementées selon les normes relatives au bruit de voisinage. L'impact sonore sera analysé dans la notice ou l'étude d'impact.

Réglementation «Bruit et Voisinage» :

L'émergence⁽¹⁾ maximale du bruit admise est de 5 dBA en période diurne (7 h-22 h) et de 3 dBA en période nocturne (22 h-7 h).

⁽¹⁾L'émergence est la différence entre le bruit ambiant avec l'installation en fonctionnement et le bruit résiduel avec l'installation arrêtée.

→ Nécessité de prendre de nombreuses mesures d'isolation acoustique pour limiter les émissions sonores : enfouissement de la conduite forcée, ...

Impact sur l'environnement

Aucune pollution de l'eau qui traverse la turbine.
Pas de production de gaz polluant, ni de déchet et peu de gaz à effet de serre.

À noter

La réhabilitation de moulins permet également la sauvegarde du patrimoine architectural local et de ses monuments parfois prestigieux.

Utilisation de l'énergie produite ?

2 possibilités

Injecter sur le réseau l'hydroélectricité produite
Revente d'électricité

Alimenter en électricité un site isolé
Autoconsommation

Raccordement au réseau généralement en basse tension ou 20 000 V

Production décentralisée, proche des consommateurs, évite le transport de l'électricité depuis les grandes productions centralisées

→ limite les pertes sur le réseau

Centrales hydrauliques raccordées au réseau (avec revente d'électricité)

Tarif d'achat (arrêté du 1^{er} mars 2007 - JO du 22 avril 2007)

Quel tarif d'achat ?

Pour une microcentrale hydraulique raccordée au réseau électrique, l'exploitant choisit la formule d'achat de l'électricité produite la mieux adaptée à son profil de consommation.

En effet, le tarif d'achat dépend :

De la période de production :

- Été : période du 1^{er} avril au 31 octobre ; hiver : période du 1^{er} novembre au 31 mars (dates spécifiques pour la Corse)
- Heures creuses : comprises entre 22 h et 6 h (23 h et 7 h en été du fait du décalage horaire) et toute la journée du dimanche
- Heures de pointe : comprennent 2 h le matin et 2 h le soir, correspondant aux heures de pointe du tarif vert A5 Base, tous les jours sauf le dimanche, de décembre à février inclus

Le producteur bénéficie, selon son choix, d'une tarification à une, deux, quatre ou cinq composantes.

D'une prime pour les petites installations (MP), calculée en fonction de la puissance maximale installée.

D'une majoration de qualité (MQ), attribuée en fonction de la régularité de la production hivernale. Définie pour une période de 5 ans et révisable à la demande de l'une ou de l'autre partie à la fin de chaque période de 5 ans, cette majoration est appliquée en hiver.

À noter

La date de la demande complète de contrat d'achat par le producteur détermine les tarifs applicables à une installation.

L'obligation d'achat de l'électricité produite ne concerne pas les centrales hydrauliques d'une puissance installée supérieure à 12 MW.

Les installations utilisant l'énergie houlomotrice, marémotrice ou hydrocinétique bénéficient de tarifs d'achat spécifiques.

Contrat d'achat ?

Le **contrat d'achat**, conclu pour une **durée de 20 ans** à compter de la mise en service industrielle de l'installation, garantit le niveau des tarifs d'achat.

Attention : cette mise en service doit avoir lieu dans un délai de 4 ans à compter de la date de la demande complète de contrat d'achat par le producteur. En cas de dépassement de ce délai, la durée du contrat est réduite d'autant.

Tarif T (c€/kWh)	Prime MP (c€/kWh) ⁽¹⁾		
	0 < P ≤ 400 kW	600 < P ≤ 2 500 kW	P > 3 000 kW

Pour la France métropolitaine

Tarif à 1 composante	6,07	2,50	0,50	0
Tarif à 2 composantes				
hiver	8,38	3,45	0,69	0
été	4,43	1,82	0,36	0
Tarif à 4 composantes				
hiver, heures pleines	10,19	4,20	0,84	0
hiver, heures creuses	5,95	2,45	0,49	0
été, heures pleines	4,55	1,87	0,37	0
été, heures creuses	4,25	1,75	0,35	0
Tarif à 5 composantes				
hiver, heures de pointe	17,72	7,30	1,46	0
hiver, heures pleines	8,92	3,67	0,73	0
hiver, heures creuses	5,95	2,45	0,49	0
été, heures pleines	4,55	1,87	0,37	0
été, heures creuses	4,25	1,75	0,35	0

⁽¹⁾ Pour la prime MP, les valeurs intermédiaires sont obtenues par interpolation linéaire + majoration de qualité MQ comprise entre 0 et 1,68 c€/kWh en hiver

Attention

Indexation annuelle des tarifs au 1^{er} novembre en fonction d'un indice du coût horaire du travail et d'un indice des prix à la production.

Dégressivité du tarif d'achat avec la date de demande complète du contrat d'achat.

Programme Énergie Climat Bourgogne (PECB) 2007 – 2013
de l'ADEME, la Région Bourgogne, et le FEDER (Fonds européen)

Étude de faisabilité : 70 % du montant HT des prestations, avec un plafond des dépenses éligibles de 20 000 € HT

Investissements (travaux) : 40 % du montant HT de la génératrice d'énergie et de la mise en œuvre

Remarque : pour un projet dont le coût total est supérieur à 1 M€ HT, le coût éligible retenu dans le calcul des aides du FEDER est le coût de l'investissement moins les recettes nettes.

Quelles subventions ?

Critères spécifiques à respecter pour l'obtention de subventions

Les installations d'hydroélectricité devront être exemplaires du point de vue de leur intégration environnementale.

Une étude de faisabilité technique et économique devra systématiquement être réalisée.

En chiffres ...

Coût des études préliminaires : de **10 000 €** (autorisation avec notice d'impact) à **30 000 €** (autorisation avec étude d'impact) pour des centrales de puissance inférieure à 4,5 MW

Coût d'installation d'une microcentrale : **1 200 à 4 500 € TTC/kW**

Montant variable en fonction de la nature du site et des travaux nécessaires à son aménagement

Génie civil : part importante de l'investissement → valoriser l'existant

Temps de retour sur investissement : environ **10 ans**

Coût d'une échelle à poissons : **15 000 € TTC/m** de dénivellation.

→ Représente de **5 à 20 %** du montant global des investissements.

Coût d'exploitation d'une microcentrale : de **10 à 30 %** des recettes brutes

Durée de vie des équipements : **30 à 40 ans**

Modification d'une installation

Augmentation de puissance :

Pour une centrale dont la puissance maximale installée et la productibilité moyenne annuelle estimée sont augmentées de plus de 10 %, un contrat additionnel est alors conclu pour une durée de 20 ans, à compter de la mise en service industrielle de l'installation modifiée, pour les kWh supplémentaires produits, calculés mensuellement et selon la même saisonnalité que le contrat initial.

Le tarif appliqué jusqu'au terme du contrat additionnel à ces kWh supplémentaires est celui qui serait appliqué à une installation dont la puissance correspondrait à la puissance finale.

Rénovation de l'installation :

Conformément à l'arrêté du 7 septembre 2005, une installation rénovée peut être réputée mise en service pour la 1^{ère} fois à condition que le cumul des investissements réalisés par le producteur (attestation sur l'honneur) sur une période continue de trois ans, débutant deux ans avant la date de mise en service industrielle de l'installation et s'achevant un an après cette date soit d'au moins :

- 1 000 €/kW installé pour les installations d'une puissance supérieure à 300 kW
- 800 €/kW installé pour les installations d'une puissance inférieure à 100 kW
- Les valeurs intermédiaires sont obtenues par interpolation linéaire

À noter : Indexation de ces valeurs annuellement au 1^{er} janvier par l'application d'un coefficient.

Conformément au Code de l'Urbanisme, en tant qu'ouvrage de production, de transport, de distribution et de stockage d'énergie, les centrales hydroélectriques sont soumises à **permis de construire**, délivré au nom de l'État par le Préfet, après avis du Maire ou du Président de l'établissement public compétent. Dans tous les cas, les installations doivent être compatibles avec les dispositions des documents d'urbanisme opposables en cours : carte communale, POS (plan d'occupation des sols), PLU (Plan Local d'Urbanisme). Dans le cas contraire, ces derniers peuvent être modifiés ou révisés.

La demande de **permis de construire** comprend notamment :

- La notice ou l'étude d'impact
- La justification du dépôt de la demande d'autorisation préfectorale

Plusieurs étapes sont à franchir :

« Nul ne peut disposer de l'énergie des marées, lacs et cours d'eau quel que soit son classement sans une concession ou une autorisation de l'État » : loi du 16 octobre 1919. Ainsi l'installation d'une microcentrale hydraulique est soumise à **une autorisation préfectorale spécifique qui inclut le droit d'eau (de 4 à 6 ans pour obtenir une autorisation)**.

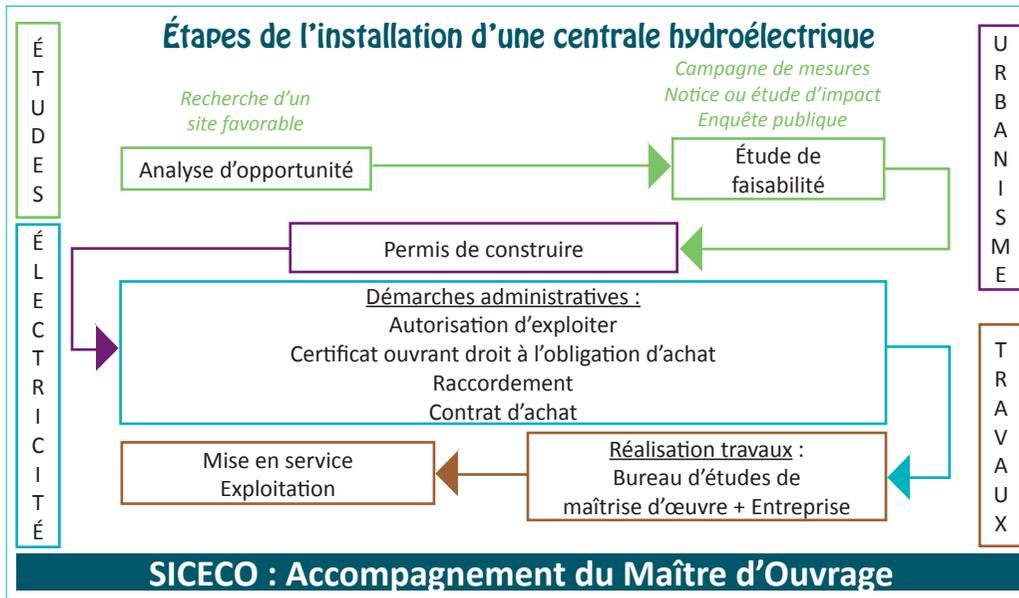
1. Analyse d'opportunité : vérification sommaire de la pertinence du site retenu

- Analyse des contraintes réglementaires et environnementales du site : classification du cours d'eau⁽¹⁾, existence de mesures de protection du milieu naturel (site Natura 2000, ...), proximité d'habitation pour les nuisances sonores, intégration paysagère (parc naturel régional, site classé, ...)
- Analyse des contraintes techniques du site : distance de raccordement au réseau, possibilité d'accès, difficultés de construction des ouvrages, ...
- Pré-étude technique : vérification d'une hauteur de chute suffisante et d'un débit d'eau favorable avec prise en compte du débit réservé

⁽¹⁾Loi du 29 juin 1984 dite loi « Pêche »

2. Étude de faisabilité : étude détaillée du projet réalisée par un bureau d'études spécialisé

- Étude des contraintes techniques : raccordement au réseau, accès, ...
- Connaissance des débits sur une période significative d'au moins 5 ans en fonction des fluctuations et régularité, pour déterminer le débit moyen «inter-annuel» du cours d'eau Base de données HYDRO consultable sur www.hydro.eaufrance.fr gérée par la Direction de l'Eau du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable
 - ➔ Campagne de mesure des débits sur site si nécessaire
- Étude technique, économique et financière du projet : potentiel hydraulique et électrique du site, dimensionnement des équipements, analyse économique et financière, ...
- Analyse environnementale du projet imposée par décret depuis 1995 :
 - ➔ Notice d'impact pour des installations de puissance inférieure ou égale à 500 kW
 - ➔ Étude d'impact pour des puissances supérieures à 500 kW
- **Enquête publique** dont l'objet est d'informer le public et de recueillir ses appréciations, suggestions, contre-propositions, afin de permettre à l'autorité compétente de disposer de tous les éléments nécessaires. Sont notamment soumises à enquête publique les opérations d'aménagement susceptibles d'affecter l'environnement.



Enquête publique ?

La population peut consulter toutes les pièces du projet dont la pièce maîtresse qui est la notice ou l'étude d'impact, demander des explications et donner son avis sur le dossier avant la fin de l'instruction de la demande du permis de construire. Elle est organisée par le Maire pour les installations de puissance inférieure ou égale à 500 kW (procédure simplifiée) ou par un commissaire enquêteur nommé par le Président du tribunal administratif pour des puissances supérieures à 500 kW. Elle se conclut par un avis transmis à l'autorité compétente, comprenant l'ensemble des observations formulées par le public, ainsi que des conclusions motivées et claires en précisant s'il est favorable ou défavorable au projet, ou encore favorable au projet mais assorti de réserves ou de conditions.

Remarque : il s'agit d'un avis personnel, qui peut être différent de l'opinion majoritaire du public.

Notice ou étude d'impact

Un réel outil de protection de l'environnement, d'aide à la décision et de communication et d'information

Contenu :

- Analyse de l'état initial du site et de son environnement
- Description du projet et analyse de ses variantes : raison du choix d'implantation retenu notamment du point de vue des préoccupations d'environnement
- Analyse des effets directs et indirects, temporaires ou permanents du projet sur l'environnement et la santé au regard du milieu naturel (faune et flore, eau et air, ...), des paysages (patrimoine culturel, ...) de l'environnement humain (bruits, vibrations, santé, ...) et économique
- Proposition de mesures de compensation, de réduction ou de suppression des impacts
- Conditions de remise en état du site après exploitation
- Analyse des méthodes d'évaluation des impacts utilisées
- Résumé non technique

Étapes d'installation d'une centrale hydraulique (suite)

3. Demande d'autorisation du droit d'eau qui permet à un exploitant d'utiliser le potentiel d'un cours d'eau

2 cas :

- Droit d'eau « fondé en titre » inaliénable : il faut prouver l'existence du fondé en titre et que l'exploitation de la chute d'eau est antérieure à 1789 pour les cours d'eau non domaniaux en recherchant sur les cartes de Cassini, et que le site est équipé avant 1566 pour les cours d'eau domaniaux (navigables ou flottables).
- **Demande d'autorisation préfectorale**, délivrée sur la base des impacts de l'installation envisagée sur le cours d'eau et ses utilisateurs.

À noter : lors de la vente d'une propriété, le droit d'eau est tacitement cédé mais son existence n'est pas toujours connue. Si le propriétaire possède déjà un droit d'eau, l'obtention du renouvellement de l'autorisation préfectorale consiste alors à effectuer une nouvelle demande d'autorisation qui est généralement moins difficile à obtenir qu'une 1^{ère} demande.

4. Demande de permis de construire avec notice ou étude d'impact délivré par le Préfet après analyse du dossier et du résultat de l'enquête publique

5. Démarches administratives au titre de la loi sur l'électricité : autorisation d'exploiter, certificat donnant droit à l'obligation d'achat, raccordement électrique, contrat d'achat

6. Construction de la centrale hydroélectrique

7. Mise en service et exploitation de la centrale hydroélectrique

L'implantation d'une voie d'accès, d'un canal d'aménée, d'une conduite forcée, ... d'une centrale hydroélectrique peut nécessiter :

- Le déboisement d'un terrain → Autorisation de défrichement
Réglementation différente selon qu'il s'agisse d'une forêt privée ou d'une forêt soumise au régime forestier.
- Le passage sur la parcelle d'un riverain → Convention avec les riverains, ou en cas de désaccord, procédure de Déclaration d'Utilité Publique (DUP) si le porteur du projet est une collectivité territoriale, qui permet d'exproprier ou d'imposer une servitude.

Rénovation d'une installation

La rénovation des centrales hydroélectriques de puissance inférieure à 150 kW et antérieures à 1919 bénéficient d'un régime particulier : le renouvellement de l'autorisation n'est pas nécessaire.

Les pièces du dossier de demande d'autorisation

- Caractéristiques techniques principales de l'ouvrage : débit maximal dérivé, hauteur de chute maximale, puissance maximale brute hydraulique, volume stockable, débit réservé ...
- Plans, cartes, profil du cours d'eau
- Étude d'impact
- Étude de dangers : moyens de surveillance prévus et moyens d'intervention en cas d'incident
- Durée de l'autorisation demandée et durée probable des travaux
- Évaluation des dépenses
- Capacités techniques et financières du producteur

Procédure d'instruction de la demande d'autorisation

- Étude du dossier par le service de la Police des Eaux en coordination avec la DREAL, le service chargé de la Pêche
- Enquête publique, avec en parallèle la consultation des services, du Conseil Général, du Conseil Départemental d'Hygiène, de la Commission des Sites, du Parc Naturel Régional concerné, ...
 - Réception des avis
 - Élaboration du règlement d'eau
- Décision du Préfet : arrêté d'autorisation ou arrêté de rejet motivé
- Procès verbal de récolement après l'exécution des travaux

Démarches complémentaires

Qu'est ce qu'une étude de dangers ?

Elle justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation. Elle précise :

- Les risques que peut présenter l'installation directement ou indirectement pour le voisinage, la santé, la sécurité, la salubrité publiques, l'agriculture, la protection de la nature, de l'environnement et des paysages ... en cas d'accident, que la cause soit externe ou interne à l'installation
- La nature et l'organisation des moyens de secours dont le demandeur dispose, ou dont il s'est assuré le concours, en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre
- La probabilité, la cinétique et les zones d'effets des accidents potentiels
- Les mesures propres à réduire la probabilité et les effets des accidents

Conseils pratiques

- 1 L'analyse de l'environnement doit être engagée le plus en amont possible, dès les études préliminaires, et réalisée dans une démarche continue, progressive et sélective, de la conception à l'exploitation du projet.



- 2 Les études financières doivent être réalisées de façon progressive, continue et itérative, tout au long des différentes phases du projet.
 - Études préliminaires : diagnostic sur l'intérêt économique du projet
 - Étude de faisabilité : évaluation de plusieurs variantes, tant sur les plans technique, environnemental et financier, afin de déterminer le meilleur compromis entre ces 3 composantes
 - Finalisation du projet : affinement des coûts poste par poste, et finalisation du budget d'investissement avec les modalités de financement
- 3 Aménagement touristique et pédagogique de l'installation : présentation des étapes de la construction, visites guidées, ...

Autres retombées

Développement local d'emploi pour la maintenance à terme sur site

Développement d'une activité touristique : randonnées, visites, aménagements pédagogiques, ...

Et le SICECO ?

Projet hydraulique avec revente d'électricité :

SICECO = Accompagnement du Maître d'Ouvrage

Analyse technique des études réalisées par des bureaux d'études spécialisés

Assistance dans les démarches administratives

Conseils techniques pour l'élaboration des documents de consultations des entreprises (DCE)

Accompagnement dans le suivi des travaux

Aide dans l'analyse des données de fonctionnement

Hydroélectricité en autoconsommation (sans revente d'électricité)

Qu'est ce qu'un site isolé ?

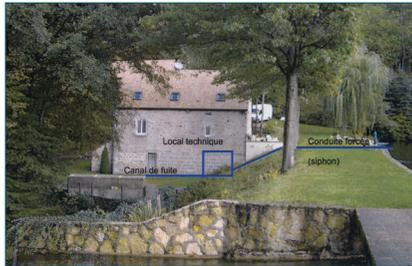
Un site isolé est un bâtiment non raccordé au réseau électrique, du fait de son éloignement (environ 800 m), qui génère des coûts de raccordement au réseau très importants. Dans ce cas précis, l'électricité produite est consommée sur place en «autoconsommation» et non revendue par injection sur le réseau électrique. Le stockage de l'énergie produite dans un parc de batteries est indispensable pour assurer la continuité de service en période de débit d'eau trop faible et donc d'arrêt de la turbine.

En site isolé (autoconsommation) :

SICECO = Maître d'Ouvrage des travaux

1^{ère} expérience du SICECO

En 2007 le SICECO a réhabilité un moulin comprenant deux maisons alimentées en électricité de manière autonome par une production mixte : Photovoltaïque et hydroélectricité sur étang



Moulin de Cassin



Débit d'eau



Panneaux photovoltaïques



Parc de batteries



Turbine Kaplan

Comparatif économique

Réseau électrique	Énergies renouvelables	
Coût raccordement au réseau :	Coût centrale hydroélectrique :	80 000 € TTC
174 000 € TTC	Investissement photovoltaïque :	62 000 € TTC
	Total :	142 000 € TTC

En chiffres ...

Hydroélectricité

Hauteur d'eau brute : **4,72 m**
 Hauteur d'eau nette : **4,2 m**
 Turbine Kaplan de **18 kW** électrique (23 kW mécanique)
 Débit d'équipement : **650 litre/seconde**
 Débit réservé : **32,5 l/s**
 Conduite forcée : **diamètre 630 mm, longueur 20 m**
 Fonctionnement de novembre à mai

Photovoltaïque

30 m² de champ photovoltaïque
 Puissance de **3 kWc** rête

HYD - 10 - mai 2011

Bilan environnemental

Consommation annuelle pour 2008

Solaire : **2 200 kWh**
 Turbine : **6 890 kWh**
Total : 9 090 kWh

	Valeur de base en g/MWh	Par an	Sur 20 ans
TEP ¹ substitués		0,78	15,63
CO ₂ évité ² (T/an)		1	22
Économie d'uranium (g)	23	209	4 181
Déchets radioactifs à vie courte (g)	10	92	1 836
Déchets radioactifs à vie longue (g)	0,9	8	164

(¹) : Tonne Équivalente Pétrole 1TEP = 11 628 kWh électrique

(²) : 120g/kWh coefficient français pour Énergies Renouvelables

Avantage de la production hydroélectrique

Contrairement à la production issue du champ photovoltaïque, le niveau de production d'électricité provenant de la turbine est élevé et permet plus de souplesse dans l'utilisation de l'énergie produite.

Le respect d'un niveau minimal d'eau dans l'étang pour la mise en route de la centrale impose l'arrêt de la turbine certaines périodes de l'année. Durant ces périodes, seul le champ photovoltaïque assure la production d'énergie : un mode de consommation électrique réduit et maîtrisé dans le temps est indispensable pour ne pas vider les batteries de stockage.