

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE,  
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER  
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

Direction Régionale de l'Environnement,  
de l'Aménagement et du Logement d'Alsace

Strasbourg, le

Service Milieux et Risques naturels

## Note

à

Nos réf. :  
Vos réf. :  
Affaire suivie par :  
prenom.nom@developpement-durable.gouv.fr  
Tél. 03.88.22.73.30 – Fax : 03.88.22.73.31

Objet : Schéma des énergies renouvelables – partie hydroélectricité  
PJ :

### Proposition de contribution au schéma des énergies renouvelables en Alsace pour la part relative à l'hydroélectricité.

#### 1 Présentation de la filière

##### 1.1 Définition et principes

L'énergie hydroélectrique, ou *hydroélectricité*, est une énergie électrique obtenue par conversion de l'énergie hydraulique des différents flux d'eau (fleuves, rivières, chutes d'eau, ...). L'énergie cinétique du courant d'eau est transformée en énergie mécanique par une turbine, puis en énergie électrique par un alternateur.

Il existe deux formes principales de production d'énergie hydroélectrique :

- les centrales dites gravitaires pour lesquelles les apports d'eau dans la réserve sont uniquement gravitaires
- les stations de transfert d'énergie par pompage (STEP) aussi connues sous l'appellation *centrales hydrauliques à réserve pompée*, pour lesquelles un dispositif artificiel permet de pomper l'eau d'un bassin inférieur vers un bassin supérieur. Celles-ci comprennent d'ailleurs fréquemment une partie gravitaire.

Les centrales gravitaires sont celles mettant à profit l'écoulement de l'eau au long d'une dénivellation du sol. On peut les classer selon trois types de fonctionnement. Ce classement se fait en fonction de la constante de vidage, qui correspond au temps théorique qui serait nécessaire pour vider la réserve en turbinant à la puissance maximale. :

- les centrales dites "*au fil de l'eau*", dont la constante de vidage est généralement inférieure à 2 heures ;
- les centrales "*éclusées*", dont la constante de vidage est comprise entre 2 et 200 heures ;
- les "*lacs*" (ou *réservoirs*), dont la constante de vidage est supérieure à 200 heures.

Les *centrales au fil de l'eau*, principalement installées dans des zones de plaines présentent pour ces raisons des retenues de faible hauteur. Elles utilisent le débit du fleuve tel qu'il se présente, sans capacité significative de modulation par stockage. Elles fournissent une énergie en base très peu coûteuse. Elles sont typiques des aménagements réalisés sur les fleuves importants comme le Rhône et le Rhin.

Les *centrales éclusées* présentent des lacs plus importants, leur permettant une modulation dans la journée voire la semaine. Leur gestion permet de suivre la variation de la consommation sur ces horizons de temps (pics de consommation du matin et du soir, différence entre jours ouvrés et week end...). Elles sont typiques des aménagements réalisés en moyenne montagne.

Les *centrales-lacs* correspondent aux ouvrages présentant les réservoirs les plus importants. Ceux-ci permettent un stockage saisonnier de l'eau, et une modulation de la production pour passer les pics de charges de consommation électrique : l'été pour les pays où la pointe de consommation est déterminée par la climatisation, l'hiver pour ceux où elle est déterminée par le chauffage. Ces centrales sont typiques des aménagements réalisés en moyenne et haute montagne.

#### Les STEP : Station de Transfert d'Énergie par Pompage

Ces centrales, en plus de produire de l'énergie à partir de l'écoulement naturel, comportent un mode pompage permettant de stocker l'énergie produite par d'autres types de centrales lorsque la consommation est basse, par exemple la nuit, pour la redistribuer, en mode turbinage, lors des pics de consommation.

Ces centrales possèdent deux bassins, un bassin supérieur et un bassin inférieur entre lesquels est placée une machine hydroélectrique réversible : la partie hydraulique peut fonctionner aussi bien en pompe, qu'en turbine et la partie électrique aussi bien en moteur qu'en alternateur. En mode accumulation la machine utilise le courant fourni pour remonter l'eau du bassin inférieur vers le bassin supérieur et en mode production la machine convertit l'énergie potentielle gravitationnelle de l'eau en électricité.

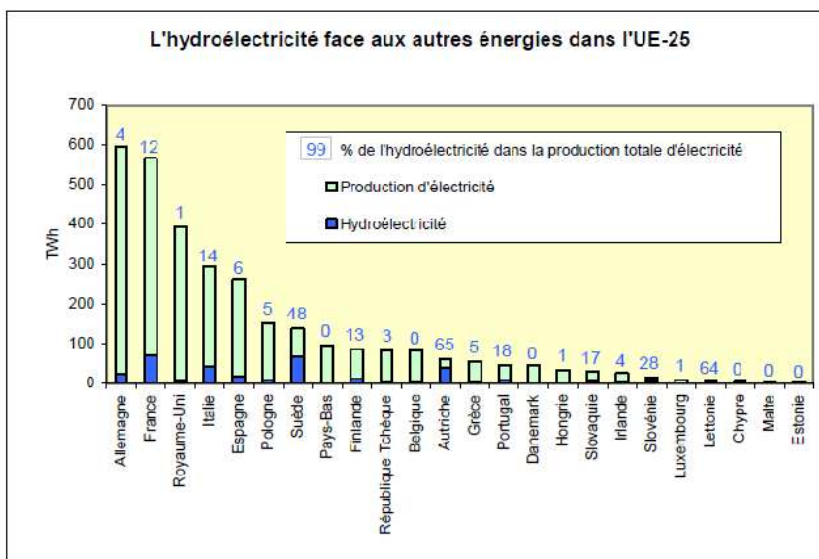
L'Alsace est concerné par la STEP du lac Blanc/lac Noir conçue, dans les années 1930, pour réguler la production du barrage au fil de l'eau de Kembs, sur le Rhin.

La puissance hydroélectrique installée dans le monde en 2004 était estimée à 715 gigawatts (GW), soit environ 19% de la puissance électrique mondiale. Près de 15 % de la puissance électrique installée en Europe est d'origine hydraulique.

Cependant, la proportion d'énergie hydroélectrique est bien moindre (de l'ordre de 10 %) que la puissance installée peut le faire croire, car cette dernière joue un rôle particulièrement important pour assurer l'équilibre instantané de la production et de la consommation d'électricité. En effet, l'énergie électrique ne se stocke pratiquement pas et c'est pourquoi l'énergie hydroélectrique est souvent une variable d'ajustement.

Les données européennes (10% de l'électricité produite en Europe provient de l'hydroélectricité) :

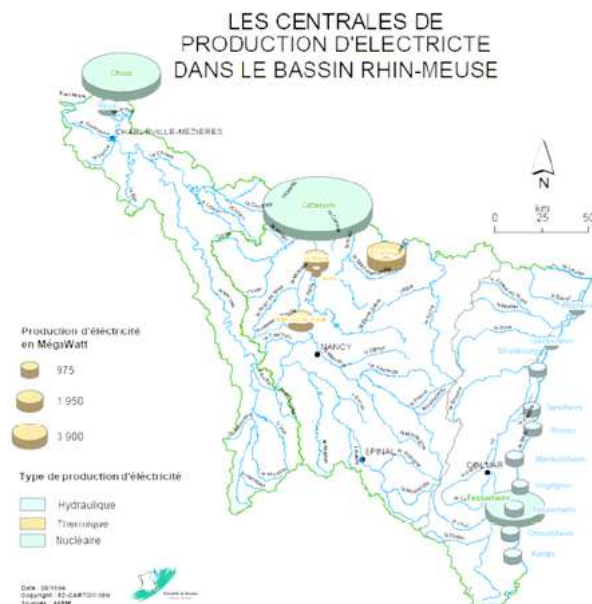
L'hydroélectricité est la première source de production d'électricité à partir d'énergies renouvelables en Europe, celle-ci représentant 15% de la production énergétique totale. Étant donné que la directive 2001/77/CE, dite directive E-SER, recommande que la production à partir d'énergies renouvelables représente 21% de la production totale d'ici à 2010, il est à penser que la production hydroélectrique est elle-même susceptible d'augmenter passant plutôt par l'optimisation des installations existante voire une très légère augmentation (Mme Nelly OLLIN en 2006).



En 2003, la France a produit plus de 70 Twh d'hydroélectricité, ce qui fait d'elle le premier producteur de cette énergie en Europe. Sa production électrique étant de 567 Twh, l'hydroélectricité en représente plus de 12%. La région Rhône-Alpes, possédant 250 barrages, est la première région productrice d'hydroélectricité en France avec plus de 40% de cette production. Cette énergie s'avère nécessaire et essentielle en France, en particulier lorsque la consommation électrique française atteint des niveaux très élevés.

## 1.2 Spécificités du bassin Rhin-Meuse et alsaciennes

Plus de 11% de l'énergie produite dans le bassin Rhin-Meuse provient de l'hydroélectricité. Grâce à ses 10 centrales situées sur le Rhin, l'Alsace produit plus de 43% de son énergie à travers l'hydroélectricité et produit près de 90% de l'énergie hydroélectrique du bassin (seule la centrale de Revin se situe dans le district Meuse), cette dernière s'élevant à 8,7 Twh.



Parmi ces 10 centrales, deux sont communes avec l'Allemagne : il s'agit des centrales de Gamsheim et d'Iffezheim. Il faut également noter qu'il existe sur le bassin près d'une centaine de micro-centrales hydroélectriques. Le nucléaire reste tout de même de loin le premier producteur d'électricité du bassin avec plus de 78% de l'énergie produite.

(source : AERM)

## 2 État des lieux en Alsace

### 2.1 Études réalisées

Dans le cadre de la révision du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE) des bassins Rhin et Meuse, l'agence de l'eau a fait réaliser en avril 2008 une évaluation du potentiel hydroélectrique sur le district Rhin.

L'enjeu de l'étude est de concilier deux objectifs environnementaux ambitieux :

- Augmenter la part d'énergies renouvelables,
- Atteindre le bon état des eaux en 2015.

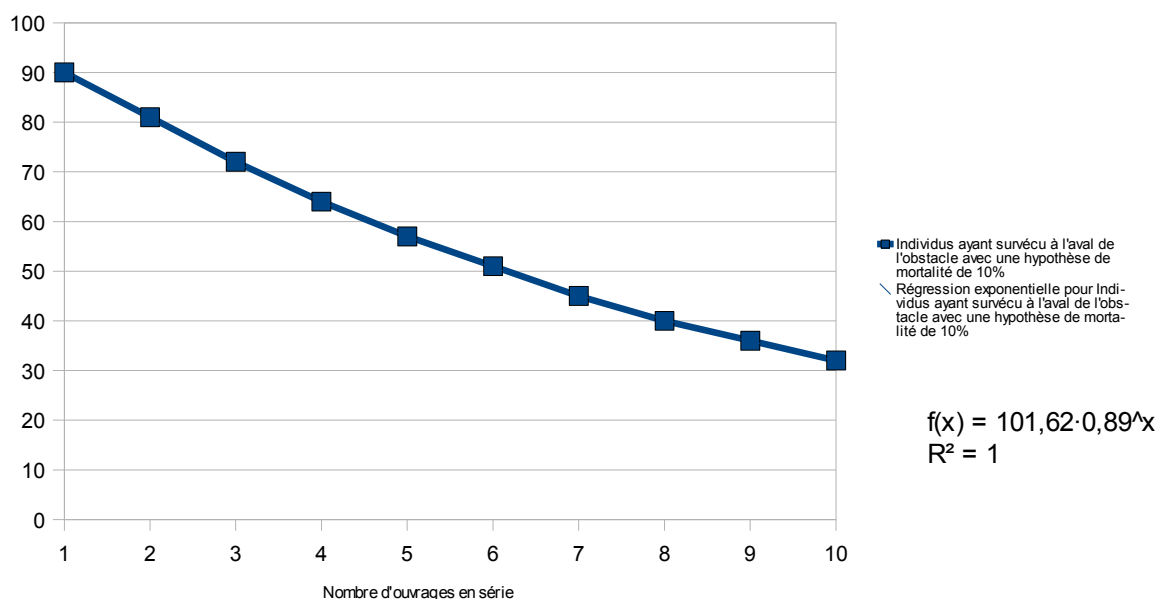
Dans le contexte actuel des politiques de l'environnement françaises, l'hydroélectricité reçoit une attention croissante, au moins dans les textes et dans les programmes. La France s'est engagée à réduire le contenu en carbone de sa production d'énergie. Cela conduit les autorités à promouvoir le développement des énergies renouvelables, parmi lesquelles l'hydroélectricité. Les objectifs politiques à horizon 2015 sont de maintenir impérativement la production actuelle et d'installer 2 000 MW supplémentaires (soit une augmentation de 8 %)<sup>1</sup>.

Mais les obstacles à l'écoulement des eaux ont un impact sur l'état des cours d'eau.

<sup>1</sup> Arrêté du 7 juillet 2006 relatif à la programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité.

Les poissons grands migrateurs sont très sensibles à la franchissabilité des obstacles car ils doivent être en capacité d'atteindre les zones de frayères en amont des cours d'eau ou de rejoindre la mer. Les barrages peuvent les bloquer en créant des impasses migratoires ou les retarder dans leur migration, ce qui perturbe fortement l'accomplissement de leur cycle biologique en particulier leur reproduction. Le passage des jeunes saumons ou des anguilles en partance pour la mer à travers les turbines hydroélectriques entraîne des mortalités variant de 5 à 90% selon le type de turbine et la taille du poisson, dans le sens montant les saumons adultes et les jeunes anguilles connaissent également des difficultés pour rejoindre respectivement les zones de reproduction et de grossissement.

Par ailleurs il convient de prendre en considération les impacts cumulatifs de ces obstacles se trouvant généralement en série sur l'axe des cours d'eau. En effet les effets ci-dessus se cumulent ouvrage par ouvrage selon une règle exponentielle (voir illustration ci-dessous), par ailleurs les habitats potentiel se trouvant en amont de ces obstacles subissent potentiellement un impact par la modification des faciès d'écoulements lié aux longueurs de remous, ennoyant potentiellement des zones de reproduction et de grossissements



Aussi, les obstacles sont donc un des facteurs majeurs de raréfaction du saumon Atlantique et de l'anguille en Europe. Les barrages ont aussi une incidence sur la morphologie du cours d'eau (modification du transport solide par exemple) et sur la qualité de l'eau par réchauffement dans le plan d'eau en amont, ce qui modifie l'écosystème aquatique et nuit à l'atteinte du bon état écologique des masses d'eau fortement affectées.

La politique de l'eau négocie un virage d'importance. Réaffirmée et renforcée par la directive cadre sur l'Eau, dotée d'une loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) héritée de plus de dix ans de discussions, elle doit à présent se décliner sous la forme d'objectifs de résultats. Auparavant, la politique de l'eau se définissait par des textes imposant des moyens techniques. A présent, les moyens à employer deviennent subsidiaires, adaptables, voire négociables, pour peu qu'on délibère publiquement de leur justification, notamment économique. Mais les résultats à obtenir, eux, sont particulièrement ambitieux.

On observe donc, d'un côté, une recherche de solutions énergétiques ; de l'autre, des acteurs de la politique de l'eau qui sont appelés à repenser les modalités de leurs actions pour atteindre des objectifs, prévues par les textes, ambitieux.

C'est dans ce contexte que la note d'évaluation du potentiel hydroélectrique du district Rhin a été réalisée en identifiant deux types de potentiels :

- Potentiel de suréquipement, d'optimisation ou de turbinage des débits réservés des centrales existantes,
- Potentiel d'installations nouvelles.



## 2.2 rétablissement de la continuité écologique via les passes-à-poissons

Dès 1987, alors que le fleuve se ressentait encore des séquelles de l'incendie de Sandoz, la Commission Internationale Pour le Rhin (CIPR) a fixé les améliorations qu'elle souhaitait pour l'écosystème du Rhin afin de voir le retour des grands migrateurs, notamment les saumons, d'ici l'an 2000. Dans ce cadre, le fleuve doit leur offrir des conditions d'habitat stable et permettre leur reproduction. Les saumons doivent pouvoir remonter le fleuve sans rencontrer d'obstacles insurmontables. Les deux ouvrages les plus en aval du Rhin, Iffezheim et Gamsheim se sont dotées de passes-à-poissons respectivement en 2000 et 2006 afin de répondre à ces objectifs. La turbine qui crée le débit d'attrait est une innovation pour ces projets.

## 2.3 Bilan des installations existantes

### 2.3.1 Rhin

Le Rhin tient une place économique importante en Alsace, principalement avec :

- la production d'électricité, assurée par la centrale nucléaire de Fessenheim et les centrales hydroélectriques de Kembs, Ottmarsheim, Fessenheim, Vogelgrün, Marckolsheim, Rhinau, Gerstheim, Strasbourg, Gamsheim et Iffezheim.
- le trafic fluvial, toujours important au fil des âges, assuré aujourd'hui par les ports de Bâle, Mulhouse-Ottmarsheim, Colmar et surtout Strasbourg, second port fluvial de France.
- son attrait touristique.

Héritière du grand projet du Rhin en 1946, EDF a accumulé depuis une grande expérience dans la réalisation et l'exploitation de la chaîne des 10 centrales hydroélectriques sur le Rhin. Ces ouvrages représentent actuellement 12% de la production française d'énergie renouvelable avec une production de 1 200MW/an.

#### a) KEMBS

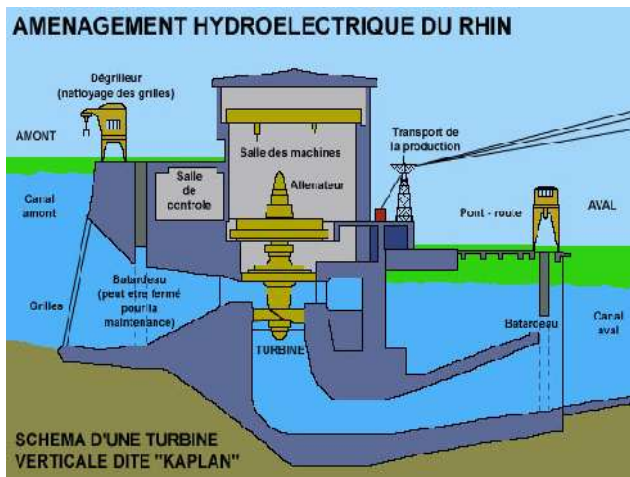
La construction de Kembs est réalisée de 1928 à 1932, par la société « Energie Electrique du Rhin ».

La centrale possède deux turbines verticales Kaplan et quatre turbines « hélice », plus anciennes mais modernisées en 1983.

C'est à Kembs que se situe le Poste Hydraulique de la vallée du Rhin (PHV) entièrement automatisé depuis 1976, qui pilote la production d'énergie de toutes les centrales hydroélectriques situées sur le Rhin, de Kembs à Iffezheim.

Le barrage de Kembs alimente le Grand Canal d'Alsace où sont installés quatre aménagements : Kembs, Ottmarsheim, Fessenheim et Vogelgrün. Ce barrage régule le débit du Rhin et maintient à un niveau quasi constant le niveau du Grand Canal d'Alsace. C'est le premier ouvrage en amont avant la frontière Suisse.





b) Ottmarsheim

Mise en service en 1952 la centrale d'Ottmarsheim est techniquement voisine de celle de Kembs. La centrale est équipée de quatre groupes verticaux de type « Kaplan » à cinq pales.

Ottmarsheim est la deuxième centrale du Rhin par sa puissance grâce à la hauteur de sa chute.

c) Fessenheim

Troisième aménagement construit sur le Grand Canal d'Alsace, la centrale de Fessenheim a

débuté sa production en 1956. C'est la plus puissante de la chaîne des onze centrales hydrauliques du Rhin, grâce à presque 16 m de chute.

d) Vogelgrün

Mise en service en 1959, la centrale de Vogelgrün est la quatrième et dernière construite sur le Grand Canal d'Alsace. Située au centre de la plaine d'Alsace, Vogelgrün constitue un nœud important d'interconnexion électrique et routier avec l'Allemagne.

La centrale est équipée de quatre groupes verticaux de type « Kaplan » à quatre pales. Sa conception, technique et architecturale, sera reconduite pour les centrales suivantes de Marckolsheim et de Rhinau.

e) Marckolsheim

La cinquième centrale rhénane de Marckolsheim a été mise en service en 1961. Elle est le premier site, après Kembs, équipé d'un barrage, selon un aménagement de type en « feston ».

f) Rhinau

Mis en service en 1963, Rhinau est le sixième aménagement rhénan, le deuxième construit selon la technique dite en « feston ».

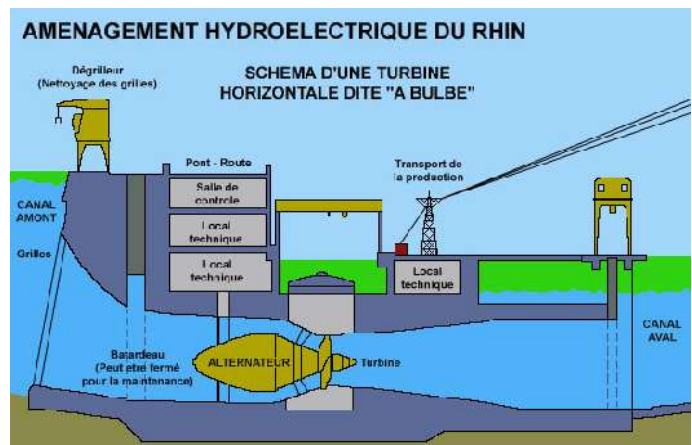
g) Gerstheim

Au septième rang sur le Rhin, l'aménagement de type en « feston » de Gerstheim débute sa production en 1967. L'usine est équipée de six groupes horizontaux prototypes de type « bulbe », une première en France.

h) Strasbourg

Strasbourg est la huitième centrale du Rhin et la quatrième construite en « feston ». Mise en service en 1970, elle est précédée d'un bassin de compensation équilibrant le niveau du fleuve afin de garantir un débit régulier au port autonome de Strasbourg situé en aval.

La centrale est équipée de six groupes de production type « bulbe ».



### i) Gamsheim et Iffezheim

La Convention de Paris signée en 1969 entre la République Française et la République Fédérale d'Allemagne régit l'aménagement du Rhin entre Strasbourg/Kehl et Lauterbourg/Neuburgweier : cette convention va conduire à la construction de deux aménagements bi-nationaux en ligne à Gamsheim et Iffezheim. Le principe d'équilibre est assuré : les écluses se trouvent du côté français à Gamsheim et du côté allemand à Iffezheim et leur gestion relève de la responsabilité des Etats français et allemand.

La centrale de Gamsheim a été mise en service en 1974. Pour la première fois sur le Rhin, l'écluse, la centrale, la digue de fermeture et le barrage sont construits côte à côte dans le lit du fleuve, d'où le nom d'« aménagement en ligne ». Les structures des ouvrages servent de pont-route transfrontalier très fréquenté.

La centrale est équipée de quatre groupes horizontaux de type « bulbe ».

Le site d'Iffezheim a succédé à celui de Gamsheim, avec des ouvrages similaires aménagés en ligne mis en service en 1978.

La gestion de la deuxième centrale franco-allemande ainsi que du barrage est confiée à RKI (Rheinkraftwerk Iffezheim), société de droit allemand, filiale à 50% d'EDF et de Badenwerk.

### 2.3.2 Le lac Noir

La centrale du Lac Noir est située dans un site préservé du massif Vosgien. L'originalité de l'ouvrage consiste à échanger la même eau entre le Lac Blanc et le Lac Noir, séparés par 120 m de dénivelé. L'aménagement du Lac Noir-Lac Blanc associe de façon originale les deux lacs naturels de la période glaciaire, dans un « Système de Transfert d'Energie par Pompage-turbinage » (ou STEP).

A l'origine, reliée électriquement à Kembs, elle avait pour but de produire de l'électricité en journée et d'utiliser sa production nocturne pour le pompage de l'eau. Aujourd'hui, elle est raccordée directement au réseau général ; La production d'électricité est réalisée, lors des pointes de consommation, par turbinage de l'eau du bassin supérieur (Lac Blanc) dans l'usine du Lac Noir, eau qui est stockée temporairement dans le Lac Noir. Puis, lors des faibles consommations, le réseau électrique assure le pompage des eaux du Lac Noir vers le Lac Blanc.

L'opération consomme un peu plus d'électricité qu'elle ne produit, mais au coût des « heures creuses », d'où son atout économique. Compte tenu de la rapidité de mise en service du turbinage (80 000kW en 7 minutes, pendant 6h si nécessaire), la STEP du Lac Noir est un maillon intéressant dans la sécurité d'alimentation électrique des clients.

### 2.3.3 Reste de l'Alsace

Les autres installations existantes en Alsace relèvent de la petite hydroélectricité et sont réparties sur les affluents en rive gauche du Rhin.

Il est possible de dénombrer une centaine de petites installations hydroélectriques de faible puissance installée (inférieure à 4,5 MW). Celles-ci produisent environ 12 GWh par an ; les plus importantes se situent sur l'III et ses affluents.(consultation des DDT en cours pour affiner le bilan).

## 2.4 Bilan ENR en Alsace (chiffres de production 2009)

| Nom de l'installation          | Gest ionnaire | cours d'eau | dpt | date du décret/arrêt é | date d'expiration titre  | puissance MB EDF MW | puissance normale disponible (max brute) MW | Production énergie (MWh) annuelle | débit maximum turbinable |
|--------------------------------|---------------|-------------|-----|------------------------|--------------------------|---------------------|---|-----------------------------------|--------------------------|
| KEMBS-80 % -dont CR            | ED F          | Rhin        | 68  | 08/04/1928             | 31/12/2007 ou 01/12/2035 | 156,60              | 87,7  | 692,1- dont CR : 48 GWh           | 1400,00                  |
| Centrales de restitution Kembs |               |             |     |                        |                          |                     |   |                                   |                          |
| OTTMARS HEIM                   | ED F          | Rhin        | 68  | 08/04/1928             | 31/12/2028               | 156,00              | 158,000                                     | 921,4                             | 1400,00                  |



|                                  |               |                      |    |   |            |        |         |             |         |
|----------------------------------|---------------|----------------------|----|---|------------|--------|---------|-------------|---------|
| FESSENH<br>EIM                   | ED<br>F       | Rhin                 | 68 | 25/09/195<br>9  | 31/12/2032 | 183,00 | 175,000 | 973,09      | 1400,00 |
| VOGELGR<br>UN                    | ED<br>F       | Rhin                 | 68 | 30/06/196<br>2  | 31/12/2035 | 140,40 | 125,000 | 762,02      | 1400,00 |
| MARCKOL<br>SHEIM                 | ED<br>F       | Rhin                 | 67 | 10/05/197<br>1  | 31/12/2037 | 152,30 | 173,200 | 850,72      | 1400,00 |
| RHINAU                           | ED<br>F       | Rhin                 | 67 | 10/05/197<br>1  | 31/12/2040 | 152,00 | 169,960 | 849,52      | 1400,00 |
| GERSTHEI<br>M                    | ED<br>F       | Rhin                 | 67 | 10/05/197<br>1  | 31/12/2044 | 143,30 | 144,890 | 748,57      | 1400,00 |
| STRASBO<br>URG                   | ED<br>F       | Rhin                 | 67 | 10/05/197<br>1  | 31/12/2048 | 148,00 | 149,580 | 815,9       | 1400,00 |
| GAMBSHEI<br>M –<br>100 %         | CE<br>RG<br>A | Rhin                 | 67 | 18/02/197<br>6  | 31/12/2049 | 96,00  | 107,910 |             | 1100,00 |
| LAC NOIR                         | ED<br>F       | Ruis<br>seau<br>Noir | 68 | 01/09/193<br>8  | 31/12/2008 | 60     | 60,000  | 0 → travaux | 60,00   |
| Microcentra<br>le de<br>Breisach | CE<br>RG<br>A | Vieu<br>x<br>Rhin    | 68 | Accord<br>franco-<br>allemand<br>du<br>20/06/200<br>0 | 31/12/52   | 1200kW |         |             | 35      |

CR : centrale de restitution

L'article 1er du cahier des charges de l'acte de concession de 1927 de Kembs indique que la répartition de puissance est faite selon une règle de 20% - 80% pour la Suisse et la France respectivement.

D'un point de vue pratique, les deux ouvrages étant parfaitement symétriques, il a été admis que la production de Gamsheim revenait à la France et la production d'Iffezheim à l'Allemagne.



| Petite hydroélectricité             |                       |                        |                             |                               |
|-------------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| NOM                                 | COMMUNE               | NOM COURS D'EAU        | PUISSANCE<br>INSTALLÉE (KW) | PRODUCTIBLE EXISTANT<br>(kWh) |
| USINE LAEMLIN                       | ANDLAU                | ANDLAU                 | 20                          | 94 000                        |
| SCIERIE ANTOINE                     | LAPOUTROIE            | BECHINE                | 32                          | 150 400                       |
| UNTERMÜHLE                          | DINSHEIM              | BRUCHE                 | 10                          | 45 120                        |
| USINE STEINHEIL - TEINTURE          | ROTHAU                | BRUCHE                 | 72                          | 336 896                       |
| USINE STEINHEIL - MARTINET          | ROTHAU                | BRUCHE                 | 157                         | 738 690                       |
| USINE STEINHEIL - LA SUCHETTE       | ROTHAU                | BRUCHE                 | 195                         | 918 718                       |
| USINE LAFFARGUE                     | SCHIRMECK             | BRUCHE                 | 198                         | 928 720                       |
| USINE STEINHEIL - ANCIENNE FILATURE | ROTHAU                | BRUCHE                 | 210                         | 987 301                       |
| MOULIN DE BUTTEN                    | BUTTEN                | BUTTENBACH             | 12                          | 56 400                        |
| MOULIN WALCH                        | BURNHAUPT-LE-HAUT     | DOLLER                 | 88                          | 413 600                       |
| CENTRALE SEWEN                      | SEWEN                 | DOLLER                 | 408                         | 1 917 600                     |
| REHMÜHL                             | WALDHAMBACH           | EICHEL                 | 8                           | 37 600                        |
| SCIERIE DE SONDERNACH               | SONDERNACH            | FECHT                  | 17                          | 78 960                        |
| SCIERIE CONREAU                     | BREITENBACH-HAUT-RHIN | FECHT                  | 24                          | 112 800                       |
| SCIERIE ORLY                        | TURCKHEIM             | FECHT                  | 60                          | 282 000                       |
| PERNINDUSTRIE                       | BREITENBACH-HAUT-RHIN | FECHT                  | 72                          | 338 400                       |
| PREPARATION MUHLELE                 | GUNSBACH              | FECHT                  | 120                         | 564 000                       |
| CENTRALE COUVENT                    | MUNSTER               | FECHT                  | 304                         | 1 428 198                     |
| CENTRALE LEMMEL                     | MUNSTER               | FECHT                  | 586                         | 2 755 328                     |
| CENTRALE WASSERKOPF                 | WINTZENHEIM           | FECHT                  | 714                         | 3 355 800                     |
| CENTRALE HAMMER                     | MUNSTER               | FECHT                  | 1 500                       | 6 666 480                     |
| MINOTERIE MODERNE                   | HIRSINGUE             | FELBACH                | 14                          | 66 796                        |
| USINE DIEHL - FRAMONT               | GRANDFONTAINE         | FRAMONT                | 156                         | 735 080                       |
| USINE DIEHL - GRAND GOUTTY          | GRANDFONTAINE         | GRAND GOUTTY           | 235                         | 1 102 432                     |
| NEUMÜHLE                            | WALDHAMBACH           | GRENZBACH              | 4                           | 18 800                        |
| SCIEIRE BOUTY                       | CARSPACH              | ILL                    | 4                           | 21 056                        |
| MOULIN EBERSMUNSTER                 | EBERSMUNSTER          | ILL                    | 37                          | 172 208                       |
| SAND                                | SAND                  | ILL                    | 336                         | 1 579 200                     |
| SCI NERON                           | HUTTENHEIM            | ILL                    | 346                         | 1 627 704                     |
| USINE MUNICIPALE D'ERSTEIN          | ERSTEIN               | ILL                    | 392                         | 1 842 400                     |
| CENTALE A ESCHAU WIBOLSHEIM         | ESCHAU                | ILL                    | 864                         | 4 060 800                     |
| SCIEIRE HARTMANN                    | SAINT-BERNARD         | LARGUE                 | 9                           | 41 360                        |
| CEMEL                               | LAUTENBACH            | LAUCH                  | 48                          | 225 600                       |
|                                     | LAUTENBACH            | LAUCH                  | 88                          | 413 600                       |
| CENTRALE DE BUHL                    | LAUTENBACH            | LAUCH                  | 648                         | 3 045 600                     |
| USINE MULLER                        | GREDELBRUCH           | MAGEL                  | 26                          | 120 320                       |
| NEUMÜHLE                            | DOSENHEIM-SUR-ZINSEL  | MAIBAEHEL              | 2                           | 11 280                        |
| KLEINMÜHLE                          | INGWILLER             | MODER                  | 18                          | 86 480                        |
| RAINMATTMÜHLE                       | NIEDERMODERN          | MODER                  | 34                          | 161 680                       |
| HERRENMÜHLE                         | ARTOLSHEIM            | MUHLBACH (RHIN)        | 11                          | 52 640                        |
| CENTRALE COUVENT                    | MUNSTER               | PETITE FECHT           | 263                         | 1 234 220                     |
| CENTRALE STOSSWIHR                  | STOSSWIHR             | PETITE FECHT           | 394                         | 1 377 600                     |
| INSTALLATION JACQUET                | NATZWILLER            | ROTHAINE               | 143                         | 673 002                       |
| USINE STEINHEIL - RENARDIERE        | ROTHAU                | ROTHAINE               | 187                         | 878 900                       |
| MOULIN DE LA WALCK                  | LA WALCK              | ROTHBACH               | 10                          | 48 880                        |
| MOULIN DE NIEFFERN                  | UHRWILLER             | ROTHBACH               | 20                          | 94 000                        |
| MORAND ALAIN                        | SOULTZEREN            | RUISSEAU DE SOULTZEREN | 10                          | 45 120                        |
| SCIERIE ERTLE                       | SOULTZEREN            | RUISSEAU DE SOULTZEREN | 35                          | 165 440                       |
| PISCICULTURE GUIDAT                 | ORBAY                 | RUISSEAU DU LAC NOIR   | 5                           | 22 560                        |
| GANDER                              | ORBAY                 | RUISSEAU DU LAC NOIR   | 43                          | 200 032                       |
| STEINMÜHLE                          | BETSCHDORF            | SAUER                  | 11                          | 52 640                        |
| NEUMÜHLE                            | LEMBACH               | SAUER                  | 14                          | 67 680                        |
| NEUMÜHLE                            | BETSCHDORF            | SAUER                  | 20                          | 94 000                        |
| ALTMÜHLE                            | BETSCHDORF            | SAUER                  | 23                          | 109 040                       |
| BRUCKMÜHLE                          | SURBOURG              | SAUER                  | 28                          | 131 600                       |
| MOULIN DE WOERTH                    | WOERTH                | SAUER                  | 31                          | 146 640                       |
| SANDMÜHLE                           | BETSCHDORF            | SAUER                  | 34                          | 161 680                       |
| SCIERIE KOENIGSBRUCK                | LEUTENHEIM            | SAUER                  | 47                          | 221 840                       |
| SAEGMÜHLE                           | LEITERSWILLER         | SELTZBACH              | 8                           | 37 600                        |
| THURELEC                            | MALMERSPACH           | THUR                   | 103                         | 485 792                       |
| MOOSCH LA THUR                      | MOOSCH                | THUR                   | 118                         | 552 720                       |
| GRAND PRE                           | KRUTH                 | THUR                   | 138                         | 649 728                       |
| THURELEC                            | CERNAY                | THUR                   | 336                         | 1 579 200                     |
| FMT                                 | CERNAY                | THUR                   | 370                         | 1 737 120                     |
| MOULIN MARCHAND                     | ORBAY                 | WEISS                  | 20                          | 94 000                        |
|                                     | ORBAY                 | WEISS                  | 21                          | 97 760                        |
| SCIERIE ANTOINE                     | LAPOUTROIE            | WEISS                  | 40                          | 188 000                       |
| CENTRALE 2/3                        | LAPOUTROIE            | WEISS                  | 163                         | 764 032                       |
| CENTRALE LAPOUTROIE                 | LAPOUTROIE            | WEISS                  | 484                         | 2 272 920                     |
| DORFMÜHLE                           | DOSENHEIM-SUR-ZINSEL  | ZINSEL DU SUD          | 36                          | 169 200                       |
| MOULIN DU GRIFFON                   | SAVERNE               | ZORN                   | 8                           | 37 600                        |
| GIBSMÜHLE                           | SCHWINDRATZHEIM       | ZORN                   | 16                          | 75 200                        |
| MOULIN DE GEUDERTHEIM               | GEUDERTHEIM           | ZORN                   | 54                          | 255 680                       |
| MOULIN GOEPP                        | BRUMATH               | ZORN                   | 54                          | 255 680                       |
| ANCIEN MOULIN DE WILWISHEIM         | LUPSTEIN              | ZORN                   | 69                          | 323 360                       |
| MOULIN DU MOINE                     | KRAUTWILLER           | ZORN                   | 70                          | 330 880                       |
| GROSSMÜHLE                          | DETTWILLER            | ZORN                   | 70                          | 330 880                       |
| LAUTMÜHLE MOMMENHEIM                | MOMMENHEIM            | ZORN                   | 102                         | 481 280                       |
|                                     |                       | <b>Total</b>           | <b>11 679</b>               | <b>54 035 554</b>             |



### 3 Spécificité de la filière

#### 3.1 Avantages et inconvénients

Les avantages de l'hydroélectricité sont certains, et nombreux, c'est pour cela que nous ne citerons que les principaux.

- une installation peu coûteuse car ce dernier est rapidement amorti grâce à la production continue d'énergie.
- un choix durable : la puissance de l'eau produit de l'électricité. Aucune combustion n'est nécessaire, donc aucun gaz à effet de serre n'est émis.
- une énergie renouvelable : cette technique de production s'appuie sur le cycle de l'eau. Donc tant que le cycle de l'eau se perpétuera, il y aura de l'énergie.
- des possibilités de stockage : on ne stocke pas l'électricité dans une centrale, mais le fait de garder l'eau grâce au barrage, permet d'avoir une énergie potentielle à disposition .

Les barrages sont une avancée technologique importante dans l'histoire de la production d'énergie, mais ils ont comme toute invention des inconvénients.

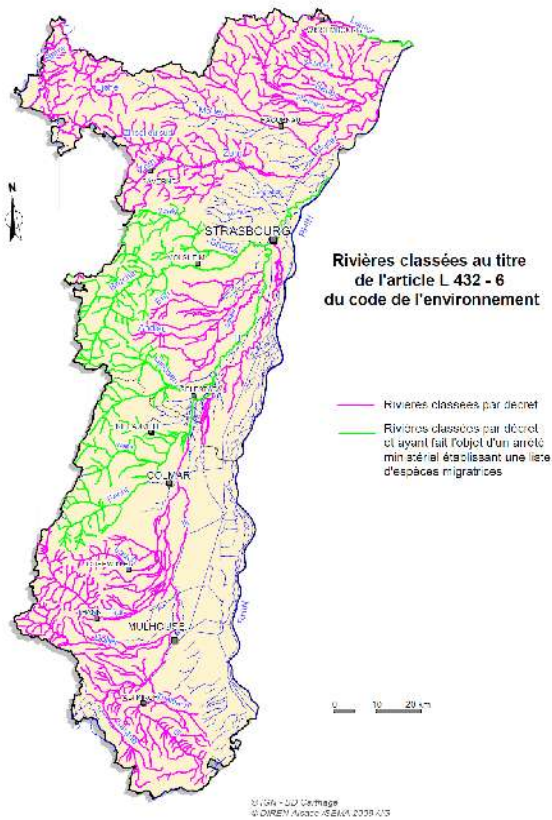
- une barrière pour la faune aquatique :
  - à la montaison, les saumons -par exemple- ne peuvent franchir les barrages sans équipement spécifique pour rejoindre leurs zones de reproductions, ils s'épuisent sans pouvoir se reproduire.
  - à la dévalaison, les anguilles -par exemple- subissent un taux certain de mortalité dans le passage des turbines affectant ainsi leur reproduction en mer des Sargasses.
- une rupture du transport solide essentiel à l'équilibre des cours d'eau .
- une modification des conditions d'écoulement naturel des cours d'eau :
  - des retenues en amont engendrant des zones de remous modifiant les faciès d'écoulement, par ralentissement des vitesses, affectant les paramètres physico-chimique de la qualité de l'eau.
  - Des lâchers plus ou moins aléatoires perturbant les équilibres écologiques, voire les usages, en aval des ouvrages.
- une perte esthétique : la beauté des sites (chutes, rapides) est affecté par ces constructions.

#### 3.2 Contraintes et dispositions particulières

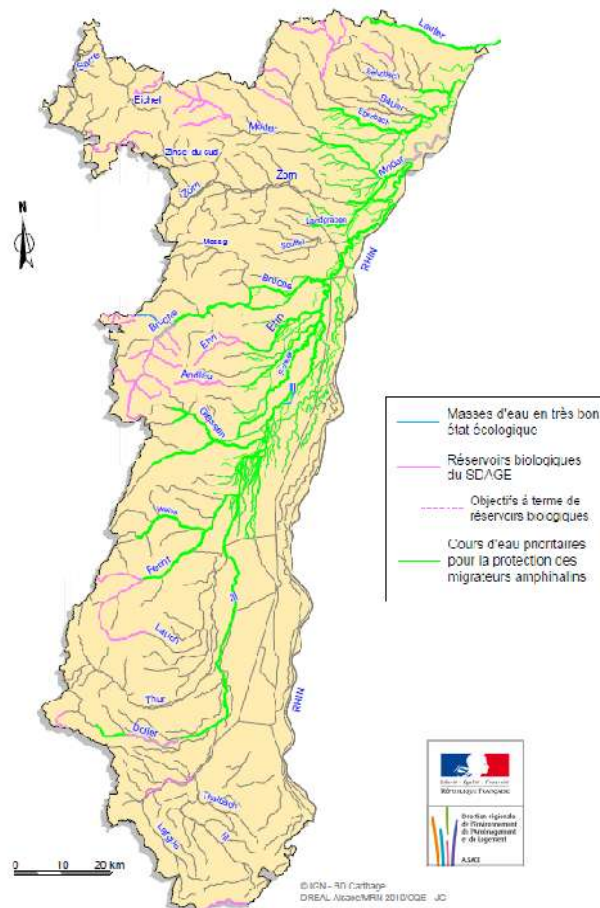
Afin d'équilibrer les usages de l'eau, entre la préservation des milieux aquatiques et la production d'énergie renouvelable via l'hydroélectricité, le législateur à mis en place un ensemble de dispositions qui sont les suivantes :

- le classement actuel des cours d'eau au titre de l'article L.432-6 du code de l'environnement imposant l'équipement des ouvrages hydrauliques en dispositif de franchissement pour les poissons assorti d'un arrêté déterminant une liste d'espèces;





- Le projet de révision des classements des cours d'eau au titre de l'article L.214-17 du code de l'environnement instaurant la mise en place de deux listes respectivement pour la préservation et la reconquête de la continuité écologique, y compris le transport solide;
- le relèvement des débits réservés au titre de l'article L.214-18 du code de l'environnement instaurant un débit minimal biologique permettant la préservation des milieux aquatiques.



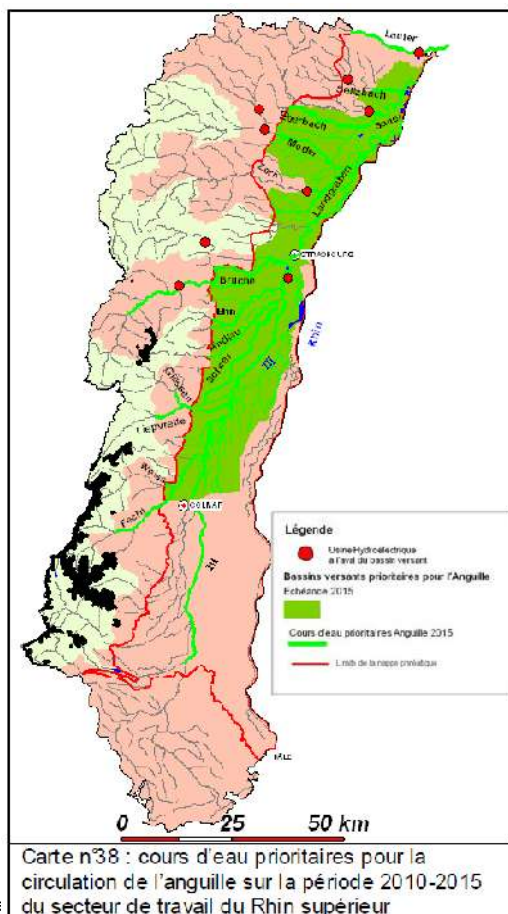
Présent pour l'avenir

[www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

Par ailleurs il existe les engagements du Grenelle de l'Environnement pour la préservation et la restauration de la biodiversité passant, entre autre, par la trame verte et bleue qui met en place des objectifs de maintien et/ou de reconquête de corridors écologiques.

La préservation de l'anguille fait l'objet d'un règlement européen (2008). En application de celui-ci, le plan de gestion de la France a été approuvé par la commission européenne le 15 février 2010. Les grands objectifs de ce plan sont les suivants :

- Obtenir un taux d'échappement d'au moins 40% de la biomasse d'anguilles argentées au travers de trois plans triennaux traduit par les engagements suivants :
  - Fournir des éléments scientifiques permettant de garantir que la mortalité anthropique subie par le stock d'anguilles sur un bassin permet de restaurer le stock.
  - Fournir un programme de monitoring permettant d'échafauder un modèle dynamique des populations.
  - Établir une stratégie de reconstitution en agissant à court et moyen terme sur les principaux facteurs anthropiques de la mortalité et du dérangement de l'espèce (pêche, braconnage, pollution, turbinage, pertes d'habitats vis-à-vis des zones humides et des barrages cloisonnant le milieu).
- Réduire de 30% la mortalité par pêche : la pêche est interdite en dehors du périmètre de gestion et autorisée à l'intérieur avec des mesures de gestion en fonction du stade biologique de l'espèce et du type de pêche mis en œuvre.
- Mesures sur les ouvrages :
  - Sur la base des classements actuels des cours d'eau et ceux à venir du titre L.214-17, 1555 ouvrages ont été identifiés au niveau national. Dans la Zone d'Actions Prioritaire (ZAP) locale (cf. carte ci-dessous) il y a 48 ouvrages prioritaires à équiper selon l'échéancier à établir
  - Les mesures supplémentaires identifiées, dans le plan national, en complément aux passes à poissons réalisées dans les ZAP sont les suivantes :
    - arrêts des turbines pendant les pointes de crues
    - capture transport des individus
    - mise en place de dispositifs de dévalaison
    - utilisation de turbines ichtyocompatibles
  - Mise en œuvre d'un programme de recherche, y compris celui initié par EDF sur le Rhin
- Mesures sur les habitats et les contaminations chimiques
- Mesures de protection et de gestion des zones humides



## **4 Mode de gouvernance**

### **4.1 Au niveau du Bassin**

Le cadre des négociations qui a permis d'identifier les cours d'eau à préserver et à reconquérir en terme de continuité écologique a été le comité de gestion des poissons migrateurs (COGEPOMI), auquel siègent les représentants des syndicats hydroélectriques et EDF.

### **4.2 Au niveau départemental**

Les instructions des demandes d'autorisations ou d'extensions des installations est géré au niveau départemental par les Directions Départementales des Territoires (DDT) avant un passage en mission interservices de l'eau et de la nature (MISEN). A noter que localement il n'y a pas d'instance de gouvernance dédié à cette problématique, mais que les services instructeurs sont plutôt en lien direct avec les exploitants qu'avec un syndicat les représentant. Ceci implique une difficulté pour fédérer entièrement la « petite » hydroélectricité et porter les enjeux et contraintes de manière globale.

## **5 Définition du potentiel et objectifs de développement à l'horizon 2020**

### **5.1 gain potentiel de production sur le Rhin**

Par une convention additionnelle de mars 1994 à la Convention du 4 juillet 1969 relative à l'aménagement du Rhin, la France et l'Allemagne se sont entendues sur l'extension des usines d'Iffezheim et de Gamsheim. D'un point de vue pratique, les deux ouvrages étant parfaitement symétriques, il a été admis que la production de Gamsheim revenait à la France et la production d'Iffezheim à l'Allemagne.

Les projets consistent en un suréquipement des installations existantes avec la construction d'un cinquième groupe de turbinage. Ils se présentent comme suit :

- construction d'un cinquième groupe de turbinage attenant à l'usine existante,
- augmentation du débit turbinable de 300 à 400 m<sup>3</sup>/s (et donc débit total turbinable de 1420 ou 1500 m<sup>3</sup>/s),
- gain de puissance de 28 MW (augmentation de 30 % de la puissance installée),
- gain productible de 100 GWh/an (augmentation d'environ 15 % de la production annuelle).

Le renouvellement de la concession des lacs Blanc et Noir est l'occasion de reconstruire une nouvelle usine avec des caractéristiques répondant mieux aux besoins du réseau électrique (puissance installée réduite par rapport à l'usine existante, constante de temps plus élevée). L'investissement est de l'ordre de 50 millions d'euros.

Le tableau suivant indique le détail du potentiel d'optimisation des centrales existantes :



| Nom de l'installation      | Gestionnaire | cours d'eau   | puissance normale disponible(PND) MW | débit maximum turbinable | Débit turbinable supplémentaire | Gain de PND correspondante (MW) | Gain productible annuel | Augmentation de la production actuelle | Investiment correspondant € |
|----------------------------|--------------|---------------|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|--|-----------------------------|
| KEMBS - 80%                | EDF          | Rhin          | 87,700                               | 1400,00                  |                                 |                                 | 8 GWh                   |  |                             |
| OTTMARSHEIM                | EDF          | Rhin          | 158,000                              | 1400,00                  |                                 |                                 | - 20GWh                 |  |                             |
| FESSENHEIM                 | EDF          | Rhin          | 175,000                              | 1400,00                  |                                 |                                 | - 20GWh                 |  |                             |
| VOGELGRUN                  | EDF          | Rhin          | 125,000                              | 1400,00                  |                                 |                                 | - 20GWh                 |  |                             |
| MARCKOLSHEIM               | EDF          | Rhin          | 173,200                              | 1400,00                  |                                 |                                 |                         |  |                             |
| RHINAU                     | EDF          | Rhin          | 169,960                              | 1400,00                  |                                 |                                 |                         |  |                             |
| GERSTHEIM                  | EDF          | Rhin          | 144,890                              | 1400,00                  |                                 |                                 |                         |  |                             |
| STRASBOURG                 | EDF          | Rhin          | 149,580                              | 1400,00                  |                                 |                                 |                         |  |                             |
| GAMBSHEIM – 100 %          | CERGA        | Rhin          | 107,910                              | 1100,00                  | 320 m3/s                        | 28 MW (PMB)                     | 98 GWh                  | 15,00%                                 |                             |
| LAC NOIR                   | EDF          | Ruisseau Noir | 60,000                               | 60,00                    |                                 |                                 |                         |  |                             |
| Micro centrale de Breisach | CERGA        |               |                                      |                          |                                 |                                 |                         |  |                             |

### 5.1.1 Marche en éclusées sur le Rhin

Les éclusées sur le Rhin sont généralement interrompues lorsque le débit du Rhin à Kembs approche de 1300 m3/s. Lors de cette pré-crue, deux configurations sont possibles sur les biefs :

- les éclusées sont interrompues après une émission, les biefs sont abaissés
- les éclusées sont interrompues après une rétention, les biefs sont dans la situation inverse

L'évolution proposée par EDF (non encore actée par les commissions plénières franco-allemandes) consiste à abaisser, avant la saturation des centrales, tous les biefs de la hauteur correspondant au marnage autorisé, et ce en procédant à l'émission d'un sur-débit puis à ramener ensuite les biefs à la cote de retenue normale pendant l'épisode de crue.

**Ainsi si la pointe de crue 'naturelle' est prévue sur 2 jours, elle peut être augmentée à 3 jours dans les turbines, via l'extension des éclusées à la situation de pré-crues.**

**Le gain énergétique correspondant à l'extension de la marche en éclusées aux situations de pré-crues est de .. MWh.**



## 5.1.2 Amélioration de la continuité écologique sur le Rhin

Le développement de la micro-hydroélectricité est contraint pour des raisons environnementales, en particulier de continuité écologique et de libre circulation des espèces piscicoles. Il en va de même pour les plus grosses installations du Rhin.

La Directive Cadre sur l'Eau a clairement affiché le rétablissement de la continuité écologique sur le Rhin comme l'un des ses enjeux majeurs identifiés. En parallèle, le plan Rhin 2020, adopté lors de la conférence sur le Rhin à Strasbourg en 2001, a ainsi fixé comme objectifs de rétablir la continuité écologique sur le cours principal du Rhin du lac de Constance jusqu'à la mer du Nord. Et notamment en construisant des ouvrages de franchissement.

A ce titre, lors de la conférence interministérielle de Bonn en 2007, la France s'est fermement engagée sur la construction d'une passe-à-poissons d'ici 2015 au droit de l'usine de Strasbourg et sur l'étude des conditions nécessaires pour l'accès au bassin versant de l'Elz-Dreisam, notamment en définissant les modalités de réalisation d'une passe-à-poissons sur l'usine de Gerstheim. Les études de faisabilité de ces ouvrages sont actuellement menées par EDF. Les questions du financement de ces ouvrages restent en suspens (notamment la part de subventions de l'agence de l'eau). L'idée est de tendre vers un objectif d'équipement complet du Rhin.

| Nom de l'installation      | Gestionnaire | cours d'eau   | débit maximum turbinable (m3/s) | Possibilité d'équipement d'une PâP (barrage ou usine) | Possibilité de turbiner le débit d'attrait | Investissement correspondant €                  |
|----------------------------|--------------|---------------|---------------------------------|---|--|---|
| KEMBS - 80%                | EDF          | Rhin          | 1400,00                         | Barrage : prévu à l'horizon 2014                      | Oui – 48 m3/s                              |   |
| OTTMAR SHEIM               | EDF          | Rhin          | 1400,00                         |   |  |   |
| FESSENHEIM                 | EDF          | Rhin          | 1400,00                         |   |  |   |
| VOGELGRUN                  | EDF          | Rhin          | 1400,00                         |   |  |   |
| MARCKOLSHEIM               | EDF          | Rhin          | 1400,00                         |   |  |   |
| RHINAU                     | EDF          | Rhin          | 1400,00                         |   |  |   |
| GERSTHEIM                  | EDF          | Rhin          | 1400,00                         | Etude de faisabilité en cours                         |  | Prise en charge de l'investissement non décidée |
| STRASBOURG                 | EDF          | Rhin          | 1400,00                         | Etude de faisabilité en cours                         |  | Prise en charge de l'investissement non décidée |
| GAMBSEHEIM – 100 %         | CERGA        | Rhin          | 1100,00                         | En service depuis 2006                                |  |   |
| LAC NOIR                   | EDF          | Ruisseau Noir | 60,00                           |   |  |   |
| Micro centrale de Breisach | CERGA        | Vieux Rhin    | 35                              |   |  |   |

## 5.2 gain potentiel de production sur les microcentrales en Alsace

Le potentiel résiduel qui a été calculé sur les ouvrages existants ne peut pas être additionné aux données des producteurs car il y a des risques de doublons, les données des producteurs étant agrégées.



Le croisement du potentiel d'installations nouvelles avec les enjeux environnementaux conduit à répartir le potentiel d'installations nouvelles dans les 3 catégories suivantes :

- catégorie 1 : potentiel non mobilisable
- catégorie 2 : potentiel mobilisable sous conditions strictes et très difficilement mobilisable
- catégorie 3 : potentiel mobilisable « normalement »

Le tableau ci-dessous indique la répartition du potentiel en fonction des 3 catégories.

|  | Nombre d'ouvrage | PUISSANCE POTENTIELLE (kW) | PRODUCTIBLE POTENTIEL (kWh) | Augmentation en% / puissance totale installée | Augmentation en% / puissance « grande hydro » installée | Augmentation en% / puissance « petite hydro » installée |
|--|------------------|----------------------------|-----------------------------|---|---|---|
| catégorie 1 : potentiel non mobilisable  | 20               | 3 238                      | 15 217 155                  |   |   |   |
| catégorie 2 : potentiel mobilisable « Sous conditions strictes » et « Très difficilement mobilisable » | 111              | 6 767                      | 31 620 286                  | 0,50%   |   | 0,58  |
| Catégorie 3 : potentiel mobilisable « normalement »  | 9                | 12 712                     | 6 438 995                   | 0,93%   |   | 1,09  |
| dont grande hydroélectricité   | 1                | 11 342                     | 0                           |   | 0,84%   |   |
| dont petite hydroélectricité   | 8                | 1 370                      | 6 438 995                   |   |   | 0,12  |
| <b>Total Général « mobilisable »</b>   | <b>140</b>       | <b>19 480</b>              | <b>38 059 281</b>           | <b>1,43%</b>                                  | <b>1,44%</b>  | <b>1,67</b>   |

En faisant l'exercice de confronter la production actuelle, y compris le fleuve « Rhin », et les gains potentiels identifié ci-dessus, il apparaît que les faibles gains à réaliser sur les petits cours au regard des impacts environnementaux très forts nécessiteront de s'interroger de l'adéquation entre les efforts financiers à déployer pour réduire les impacts et la rentabilité des installations.

## 6 Acteurs à mobiliser

Les acteurs à mobiliser sont :

- EDF pour la « grande » hydroélectricité
- le syndicat France-hydroélectricité pour la « petite » hydroélectricité
- l'ADEME
- l'Agence de l'eau Rhin-Meuse
- les DDT 67 et/ou 68 au titre de la police de l'eau
- les services départementaux de l'ONEMA au titre de la connaissance des ouvrages
- la Région Alsace

## 7 Bibliographie

- Évaluation du potentiel hydroélectrique réalisé par l'agence de l'eau Rhin-Meuse en avril 2008
- loi sur l'eau et les milieux aquatiques, en particulier les articles L-214 relatif au classement des cours d'eau, le relèvement des débits réservés, ...
- l'économie du Rhin -BS édition encyclopédie -