

# **IMPACTS, REGLEMENTATION ET MOYENS DE REDUCTION DES EFFETS DE LA PETITE HYDROELECTRICITE**



Microcentrale du Gatineau, sur la Creuse (La Roche-Posay, 86)

## Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier M. MALAVOI pour avoir accepté de m'encadrer pour ce projet, ainsi que pour ses précieux conseils.

Je souhaite également remercier M. LEMOINE, du Conseil Supérieur de la Pêche de Poitiers, et M. DELPRAT, de la DIREN Rhône-Alpes pour le temps qu'ils m'ont consacré et pour les renseignements qu'ils m'ont fournis.

Je remercie enfin Mme BILHERAN, de l'Agence de l'eau Adour-Garonne, Mme PETITQUEUX, de l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, ainsi que Mme BIRMELE, de l'ADEME d'Angers, pour les documents qu'elles m'ont procurés.

# Sommaire

Sommaire .....	1
Résumé .....	2
Summary .....	2
Liste des figures .....	3
INTRODUCTION.....	4
UNE CENTRALE HYDROELECTRIQUE .....	5
Le fonctionnement au fil de l'eau .....	5
Le fonctionnement par accumulation .....	6
LES IMPACTS DE LA PETITE HYDROELECTRICITE .....	8
Fiche impact N°1 : modifications du régime hydrologique .....	9
Fiche impact N°2 : le blocage sédimentaire.....	11
Fiche impact N°3 : la stratification physico-chimique de la retenue .....	13
Fiche impact N°4 : l'eutrophisation .....	14
Fiche impact N°5 : effets des vidanges .....	15
Fiche impact N°6 : la circulation des poissons migrateurs .....	16
LES TEXTES REGLEMENTAIRES .....	17
Fiche juridique N°1 : concessions et autorisations.....	18
Fiche juridique N°2 : les études d'impact .....	20
Fiche juridique N°3 : achat de l'énergie par EDF .....	21
Fiche juridique N°4 : les débits réservés.....	22
Fiche juridique N°5 : les vidanges .....	23
Fiche juridique N°6 : la circulation des poissons migrateurs.....	24
LES MOYENS TECHNIQUES.....	25
Fiche technique N°1 : détermination d'un débit réservé adapté .....	26
Fiche technique N°2 : lutte contre la sédimentation dans la retenue .....	28
Fiche technique N°3 : la qualité de l'eau .....	31
Fiche technique N°4 : les vidanges .....	32
Fiche technique N°5 : les dispositifs de franchissement .....	34
SYNTHESE .....	36
CONCLUSION .....	38
Bibliographie .....	39
Liste des ouvrages consultés .....	40
Table des matières .....	41

## Résumé

L'énergie hydraulique peut offrir de nombreux avantages par rapport aux autres énergies utilisées aujourd'hui. Cependant, une installation hydroélectrique a toujours des conséquences importantes sur le milieu naturel.

Le régime hydrologique et la dynamique sédimentaire sont largement modifiés, entraînant souvent un changement total de la morphologie du cours d'eau.

Cela va inévitablement perturber les écosystèmes aquatiques, et on passe en général de populations à caractère lotique à des populations de milieux plus stagnants.

Afin de réglementer l'installation de centrales et de protéger l'environnement, divers textes législatifs ont été établis.

Il existe également de nombreux moyens de limiter les impacts d'une microcentrale par des aménagements de l'ouvrage ou par des modes de gestion particuliers, notamment pour ce qui concerne la circulation des poissons migrateurs et la détermination d'un débit réservé adapté au cas par cas.

Cependant de nombreux problèmes demeurent pour lesquels il n'existe pas de véritable réglementation ou de moyens techniques suffisamment efficaces.

**Mots-clés** : microcentrale, petite hydroélectricité, barrage, dérivation, réglementation, débit réservé, transport solide, sédiment, qualité physico-chimique, vidange, ouvrage de franchissement, poisson migrateur.

## Summary

Hydropower can offer a lot of advantages compared with others energies which are used today. However, a hydroelectric station has always important consequences on environment.

The hydrological flow and the sedimentary dynamic are highly changed, frequently modifying the river bedform.

It will inevitably disturb aquatic ecosystems, and lotic populations will be replaced by lentic species.

Different legislative texts were established so as to control the setting up of hydraulic stations and to protect environment.

There are also numerous mediums to reduce the effects of a hydraulic station using dam adjustments or specific management ways, especially for the migratory fish traffic and the determination of a minimum flow adapted to each case.

However, there are still lots of problems which are taken into account neither by legislation nor by efficiency technical mediums.

**Key-words** : hydroelectric station, hydropower, dam, derivation, regulation, minimum flow, sedimentary load, sediment, physical and chemical pollution, emptying, fish-pass, migratory fish.

## Liste des figures

Figure 1 : centrale hydroélectrique fonctionnant au fil de l'eau (p 6)

Figure 2 : centrale hydroélectrique à dérivation, fonctionnant par accumulation (p 7)

Figure 3 : Schéma de la stratification physico-chimique des retenues (p 13)

Figure 4 : dispositif de prise d'eau de surface (p 33)

Figure 5 : principales solutions aux impacts des microcentrales (p 36)

Figure 6 : solutions aux impacts des microcentrales (p 37)

# INTRODUCTION

L'homme connaît et utilise l'énergie hydraulique depuis plus de deux millénaires. Pour cela, il doit souvent réaménager une section de cours d'eau en modifiant l'écoulement afin de favoriser la production d'énergie. Cet aménagement consiste à maîtriser le débit et la hauteur d'eau grâce à la construction d'un barrage équipé de vannes.

Dans une première partie, nous étudierons brièvement les différents types de centrales hydroélectriques, en nous attachant plus particulièrement aux petites centrales.

Historiquement, ces ouvrages ont été construits sans réelle prise en compte de leurs impacts sur l'environnement. Ce n'est que depuis quelques dizaines d'années que l'homme a pris conscience de la nécessité de préserver cet environnement. Le second chapitre rappellera quels sont les effets des installations hydroélectriques sur le milieu naturel.

Afin d'éviter la dégradation des cours d'eau et de mieux gérer leur potentiel énergétique, différentes mesures réglementaires ont été adoptées. La partie suivante en fera un récapitulatif et une analyse.

Le dernier chapitre présentera différents moyens techniques connus pour limiter les effets de la petite hydroélectricité sur l'environnement.

# UNE CENTRALE HYDROELECTRIQUE

L'énergie hydraulique offre de nombreux avantages lorsqu'on la compare aux autres énergies : il s'agit d'une énergie propre (dans le sens où elle ne génère aucune émission nocive et ne nécessite aucun transport), renouvelable et parfaitement maîtrisée.

L'équipement est robuste, fiable et d'une grande longévité. L'entretien de l'installation est très simple et les frais de fonctionnement sont réduits (quelques pourcents de l'investissement).

De plus, ce mode de production d'énergie est très souple d'utilisation. En effet, c'est le seul type de production d'énergie qui permet de stocker la source d'énergie (l'eau) pour l'utiliser au moment désiré.

Du fait de cette simplicité d'utilisation, il existe actuellement une forte volonté de rénover et d'étendre le parc des centrales hydroélectriques (annexe 1).

En France, il existe près de 2 350 centrales qui totalisent environ 13,5 % de la production nationale d'électricité.

Une centrale hydroélectrique est une installation qui transforme l'énergie hydraulique des rivières en énergie électrique, par l'intermédiaire d'un barrage et d'une ou plusieurs turbines.

Le présent mémoire concerne la petite hydroélectricité. D'après l'U.I.P.D.E.E. (Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique), cela correspond aux centrales dont la puissance est inférieure à 10 MW (Cela comprend les picocentrales lorsque la puissance est inférieure à 0,1 MW, microcentrales de 0,1 à 1 MW et minicentrales de 1 à 10 MW). Il en existe près de 1 700 en France

La puissance d'une centrale dépend principalement du débit et de la hauteur de chute.

On peut trouver des centrales caractérisées par un faible débit et une grande hauteur de chute (cours d'eau de montagne), par un débit élevé et une faible hauteur de chute (cours d'eau de plaine) et par tous les intermédiaires.

On peut distinguer deux types de fonctionnement pour les centrales hydroélectriques :

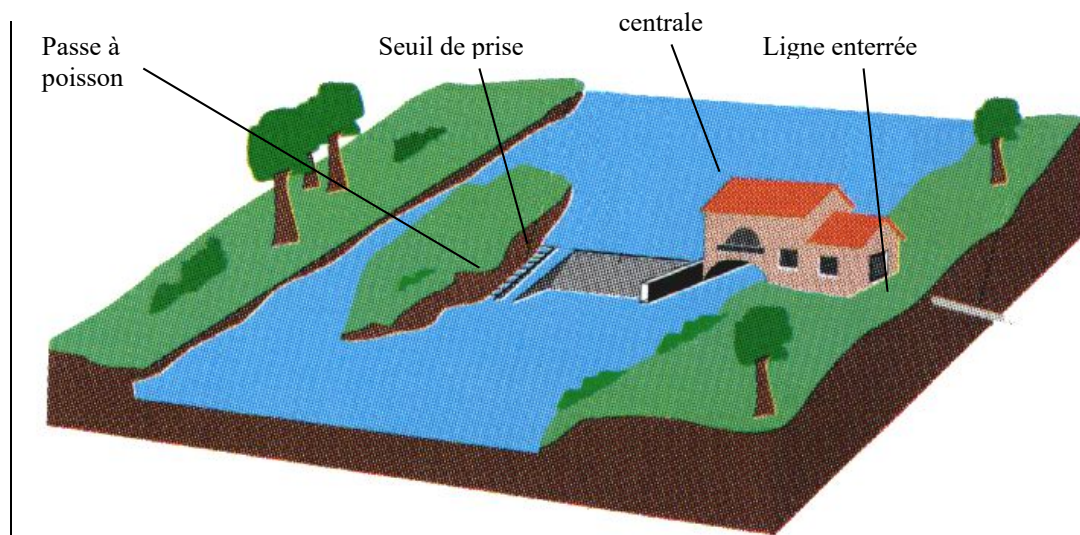
## ***Le fonctionnement au fil de l'eau***

Les centrales sont situées à proximité d'une rivière et n'ont pas de réservoir. Un seuil est néanmoins nécessaire pour maintenir un niveau d'eau constant en amont de la turbine (voir figure 1).

Ce type de centrale s'adapte au débit naturel des cours d'eau, généralement caractérisés par une faible pente et un débit assez fort (principalement sur des cours d'eau de plaine).

Les ouvrages fournissent une énergie "en ruban", c'est-à-dire une énergie continue mais dont la puissance dépend du débit.

Le débit est donc quasiment identique en amont et en aval de la centrale, et le régime hydrologique de la rivière n'est que très faiblement modifié.



**Figure 1** : centrale hydroélectrique fonctionnant au fil de l'eau

## ***Le fonctionnement par accumulation***

Les cours d'eau de montagne, en raison de leur forte pente et de leur débit faible et très irrégulier, ne sont pas propices à l'installation de centrales fonctionnant au fil de l'eau. L'utilisation de l'énergie hydraulique nécessite la construction d'un barrage permettant de stocker l'eau pour la relâcher de manière contrôlée.

En l'espace de quelques minutes, la centrale peut ainsi produire sa pleine puissance. Il s'agit de lâchers d'eau intermittents appelés éclusées, se traduisant par des variations brutales et fréquentes (jusqu'à trois fois par jour) du débit.

A la différence des centrales au fil de l'eau qui fournissent une production continue, les ouvrages à accumulation offrent la possibilité de répondre aux brusques variations de la demande globale d'électricité.



Ce type de centrale présente deux types de conception :

### **Les centrales sans dérivation :**

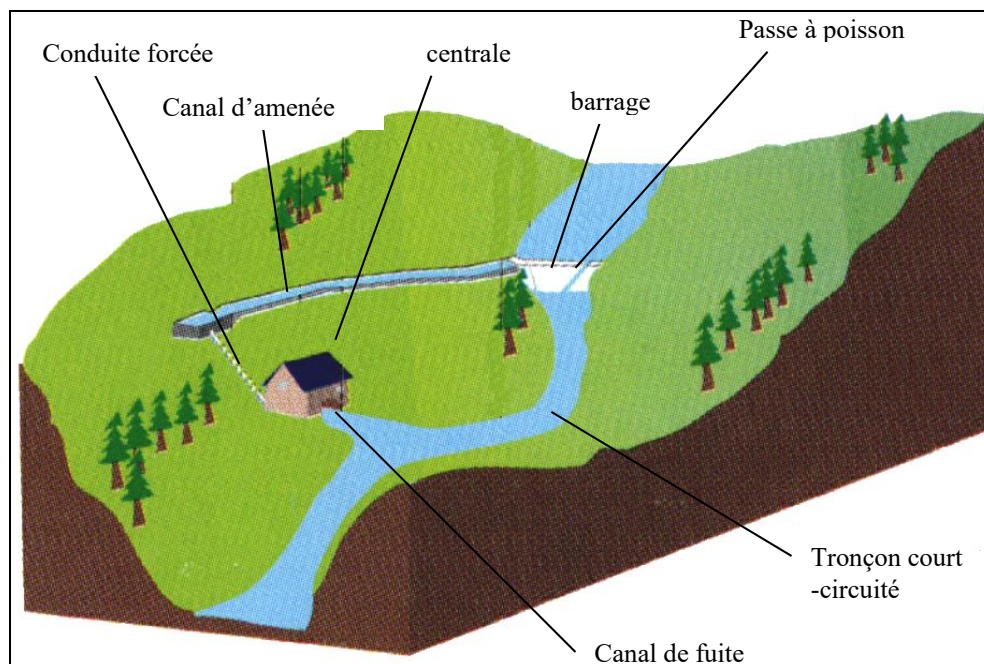
L'usine est logée au pied du barrage. L'eau turbinée est relâchée à l'aval immédiat du barrage. Il n'y a donc pas de dérivation ni de tronçon court-circuité.

### **Les centrales avec dérivation :**

Un canal d'amenée et une conduite forcée servent à dévier l'eau de la retenue jusqu'à l'usine, située à une altitude beaucoup plus basse. Arrivée à l'usine, l'eau est turbinée puis rejetée à la rivière par un canal de fuite.

La rivière est donc court-circuitée sur une longueur pouvant aller de quelques dizaines de mètres à plusieurs kilomètres.

Ce type d'installation permet une grande hauteur de chute, donc une puissance beaucoup plus importante que pour une centrale sans dérivation. On peut d'ailleurs distinguer trois catégories de centrales avec dérivation : les centrales de basse chute (dénivellation inférieure à 40 m), de moyenne chute (40 à 200 m) et de haute chute (supérieure à 200 m).



**Figure 2 :** centrale hydroélectrique à dérivation, fonctionnant par accumulation

## **LES IMPACTS DE LA PETITE HYDROELECTRICITE**

## **Fiche impact N°1 : modifications du régime hydrologique**

L'installation d'une centrale hydroélectrique sur un cours d'eau va inévitablement engendrer d'importants bouleversements vis-à-vis des hauteurs d'eau, des débits et de leur fluctuation naturelle.

### **Effets dus à la présence du barrage**

Le fait d'installer un barrage sur un cours d'eau va provoquer, en amont, un exhaussement du lit de la rivière et une montée du niveau piézométrique des nappes superficielles.

L'apparition d'une retenue en amont du barrage va fortement pénaliser les poissons d'eau vive (salmonidés...), qui vont rapidement céder la place aux poissons d'eaux lentes et chaudes (cyprinidés...).

En aval, l'enfoncement du lit va faire baisser la ligne d'eau et le niveau des nappes.

Dans le cas des centrales équipées d'une dérivation, le nouveau régime du tronçon court-circuité peut se décomposer en deux grandes périodes :

- périodes de débit réservé sans surverse, lorsque le débit amont est inférieur à la valeur « débit réservé + débit d'équipement ». Ce tronçon ne reçoit qu'un débit uniforme et très faible par rapport à sa capacité initiale, la majeure partie étant détournée vers les turbines.
- Périodes de débit réservé augmenté des surverses qui surviennent dès que le débit du cours d'eau en amont devient supérieur à la valeur « débit réservé + débit d'équipement ».

Cependant, beaucoup d'installations stockent l'eau pendant les périodes de débit important, pour la turbiner quand les débits sont plus faibles. La plupart du temps, le tronçon court-circuité ne reçoit que le débit réservé.

Ce débit relativement faible et uniforme va permettre la colonisation du lit mineur par les végétaux supérieurs, et ainsi provoquer une forte réduction de la taille du lit et de la capacité d'évacuation de la rivière. Cela posera de graves problèmes si une crue importante se produit.

L'impact de l'instauration d'un débit réservé porte principalement sur la réduction de la surface mouillée et des paramètres « hauteur » et « vitesse » qui conditionnent l'habitat et le fonctionnement des frayères. En effet, ces faibles vitesses de courant vont permettre le dépôt de particules fines dans les graviers, provoquant le colmatage du lit du cours d'eau et diminuant les

échanges entre la zone hyporéique et la surface. Les frayères à salmonidés perdent alors leur fonctionnalité et les populations de macroinvertébrés subissent d'importantes déstructurations. La hauteur d'eau fortement diminuée peut également provoquer de fortes perturbations sur les écosystèmes (Gayraud, Hérouin, Philippe, 2001).

De plus, les connections avec les annexes hydrauliques (anciens bras, mares temporaires...) ne vont plus se faire, pénalisant également la reproduction de certaines espèces (brochets...).

## **Effets dus au fonctionnement de la centrale**

Les centrales fonctionnant par éclusées provoquent des modifications brutales et très importantes du débit.

Lorsque les vannes sont fermées, ce dernier est quasiment nul à l'aval du canal de fuite, alors qu'il peut être beaucoup plus fort quelques minutes plus tard (Exemple de la Fontaulière (Ardèche) où le débit d'éclusee peut être 150 fois supérieur au débit plancher (Valentin, 1996)). Ces brusques variations ont des effets importants sur la morphologie du cours d'eau et sur la vie aquatique.

Le facteur déterminant pour les écosystèmes aquatiques soumis à un régime d'éclusées serait la diversité des vitesses, directement dépendante de la valeur du débit plancher.

Lorsque ce dernier est trop faible, ce sont les conditions lenticques qui deviennent limitantes, entraînant les effets les plus soutenus (Valentin, 1996). Les populations de macroinvertébrés sont alors dominées par des taxons de milieux stagnants, et les populations de truites subissent de nettes régressions.

Pour les centrales fonctionnant au fil de l'eau, les débits relâchés sont proches des débits entrants, et les impacts hydrologiques sont donc nettement diminués.

## **Fiche impact N°2 : le blocage sédimentaire**

La dynamique sédimentaire au niveau des barrages est un processus naturel dont les conséquences peuvent être extrêmement gênantes. Elle a un impact dans le réservoir lui-même, mais aussi en aval du barrage.

### **Le comblement des retenues**

Dans le plan d'eau d'un barrage, la vitesse de l'eau et la compétence diminuent. On observe alors le phénomène de « wash load » : seuls les sédiments les plus fins, qui restent en suspension, peuvent traverser la retenue et atteindre la rivière à l'aval. Les autres sont piégés et vont former en queue de retenue un delta sous-lacustre, dont le front progresse en direction du barrage. Les sédiments grossiers se déposent les premiers et se retrouvent en amont du delta, les plus fins se concentrant en aval (Rampon, 1990).

Un autre phénomène apparaît dans les retenues : le ralentissement de la vitesse du courant conduit à une moindre oxygénation de l'eau, et donc à une moins bonne dégradation de la matière organique. Celle-ci va se déposer dans la retenue, contribuant à la formation parfois importante de vases.

Ces phénomènes de sédimentation vont provoquer une réduction plus ou moins rapide de la capacité de la retenue : en Chine par exemple, le taux moyen de perte de capacité des réservoirs atteint 2,3% par an. Certaines retenues ont même été entièrement comblées (Thibault, 1998).

La sédimentation peut aussi entraîner le blocage des organes d'évacuation situés au pied du barrage.

### **Le déficit en charge solide à l'aval des retenues**

La présence de la retenue génère un déficit de transport solide à l'aval. S.A. Brandt reprend l'expression suivante :  $LD \sim QS$  (L est la charge sédimentaire, D la compétence du cours d'eau, Q le débit, S la pente). Dans le cas de l'installation d'un barrage, Q reste constant et L va diminuer (piégeage des sédiments dans la retenue). Cela entraînera soit une diminution de la pente (S), soit une augmentation de la compétence (D), et donc du pouvoir d'érosion.

Dans la plupart des cas, la rivière va régénérer son stock de matières solides en incisant son lit et/ou en érodant ses berges :

## **Incision du lit**

Pour régénérer son stock de matières solides, la rivière va remobiliser les alluvions (sables, graviers...) du lit mineur qui ont mis plusieurs siècles à s'accumuler. Cela peut parfois épuiser totalement la couche d'alluvions, et la rivière coule alors directement sur le substrat géologique (calcaire, schistes, granites...). Cette érosion régressive du lit entraîne donc un abaissement du fond de la rivière qui peut parfois atteindre plusieurs mètres, pouvant notamment provoquer le déchaussement des fondations des ouvrages de génie civil (ponts, barrages...).

Ce phénomène est maximum à l'aval immédiat de l'ouvrage et s'atténue progressivement en s'éloignant du barrage.

L'incision verticale du lit provoque une diminution de la pente. La vitesse des eaux va donc diminuer ainsi que la compétence de la rivière.

Dans certains cas, à l'aval de l'ouvrage, un processus de sélection va remobiliser les matériaux les plus fins en laissant sur place les plus grossiers (du fait de la diminution de la compétence du cours d'eau). Cela peut aller jusqu'à créer un pavage stable et très résistant (Brandt, 2000).

## **Érosion des berges**

Le cours d'eau peut également régénérer son stock de matières solides en érodant latéralement ses berges. Cela a lieu en particulier si l'incision est bloquée par la nature du fond (substrat géologique ou pavage) et si les berges sont friables (sables, silts...).

L'érosion va principalement avoir lieu dans les zones de virage, sur les berges de rives concaves. Cela va se traduire par une accentuation du taux de sinuosité et donc par un allongement du cours. On peut même aller jusqu'à un changement de style fluvial (passage d'une morphologie en tresse à une morphologie à méandres...).

L'allongement du cours va s'accompagner d'une diminution de la pente, de la vitesse et de la compétence. La granularité du lit se trouve alors fortement modifiée par rapport aux anciennes conditions (Brandt, 2000).

## **Impacts sur les littoraux**

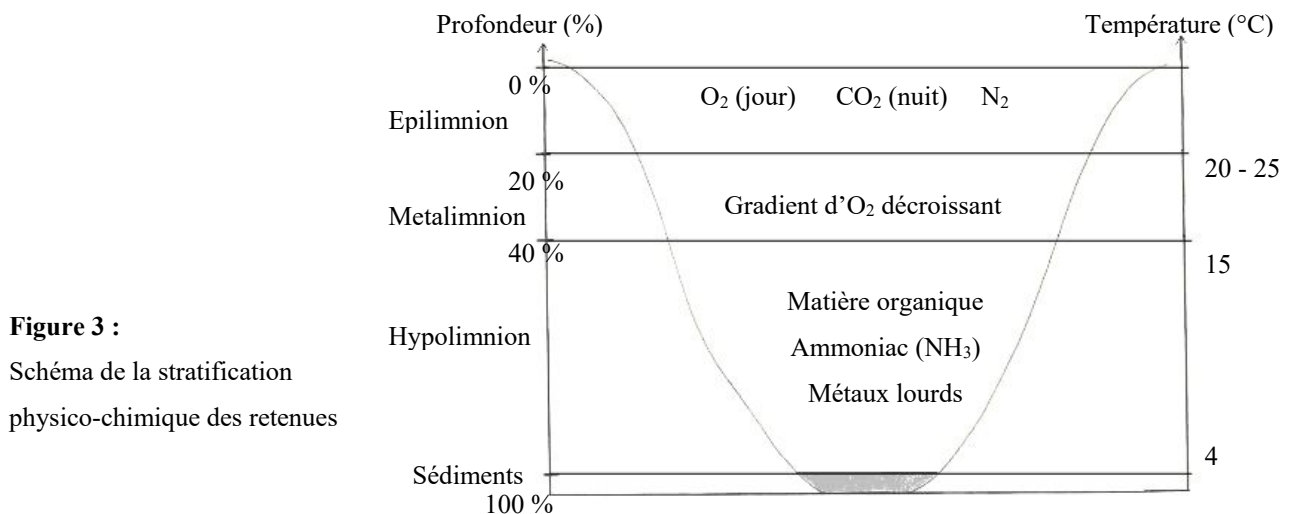
Pour certains cours d'eau sur-aménagés, les sédiments étant bloqués par les barrages, les plages ne sont plus alimentées en matériaux (exemple du Rhône où les apports sédimentaires auraient été divisés par 10 en un siècle). La dérive littorale emportant le sable, et les apports étant réduits, les plages de la zone régressent ([www.cegel.univ-montp2.fr/amenagements.html](http://www.cegel.univ-montp2.fr/amenagements.html)).

### **Fiche impact N°3 : la stratification physico-chimique de la retenue**

La présence d'une retenue provoque toujours un ralentissement de l'eau, ainsi qu'une très forte augmentation de la profondeur en amont de l'ouvrage.

Dans certains cas, en général pour les retenues de faible importance, l'eau stockée ne fait qu'accumuler la chaleur provenant des rayons lumineux. Les variations de températures entre le fond et la surface sont assez faibles, il n'y a donc pas de stratification thermique. La faible profondeur, ou des courants verticaux mélangeant des eaux de surface et des eaux de fond permettent à toute la colonne d'eau de réchauffer. L'eau qui s'écoulera de la retenue sera ainsi plus chaude que celle qui arrive de l'amont.

Dans le cas de retenues plus importantes, il peut y avoir une stratification thermique en raison d'un temps de résidence assez long dans la retenue. Ce phénomène s'accompagne généralement d'une stratification physico-chimique de la retenue (figure 3).



Les eaux hypolimniques sont froides et présentent de faibles teneurs en oxygène dissous, des variations de pH ainsi que de fortes concentrations en ammoniac, matières en suspensions, phosphore et métaux lourds.

Si la gestion du barrage a recours à une vanne de fond, il s'opère alors un soutirage d'eau hypolimnique de mauvaise qualité qui réduit les amplitudes thermiques journalières et saisonnières (les températures de l'eau à la sortie des turbines sont réduites en été et celles de l'hiver sont augmentées).

Il a également été observé des cas de mortalité de poissons par choc thermique, après des lâchers d'eau ayant 20°C d'écart avec les eaux naturelles (Thibault, 1998).

## **Fiche impact N°4 : l'eutrophisation**

L'eutrophisation est un processus naturel qui consiste en l'enrichissement en nutriments de l'écosystème par le jeu des apports externes et du recyclage interne de sa propre production. L'intensification des activités humaines (industrie, agriculture, rejets urbains...) entraîne un accroissement des apports nutritifs, une accélération du processus naturel et un dépassement de l'état d'équilibre.

On assiste alors à une diminution de la diversité écologique parallèlement à une prolifération d'algues. Le développement de ces organismes est largement favorisé par une faible vitesse de l'eau, des températures importantes et de fréquentes variations du niveau de l'eau (marnage dû aux éclusées).

De plus, le marnage provoque la dessiccation des sédiments exondés, ce qui entraîne un changement de forme du phosphore. Cet élément devient alors plus facilement consommable par le phytoplancton. Il peut s'agir dans certains cas d'un facteur important de l'eutrophisation.

Les retenues d'eau fournissent souvent toutes les conditions favorables à la prolifération de ces algues, et subissent donc une eutrophisation accélérée.

Ce phénomène est source de nuisances importantes pour les usagers du plan d'eau (couleur, goût, odeur...) et pour les écosystèmes présents (déficit en oxygène, décantation de grandes quantités d'algues entraînant une forte turbidité de l'eau et une formation importante de vases...). Les populations de salmonidés initialement présentes vont disparaître au profit des populations de cyprinidés.

L'eau ainsi enrichie en nutriments va être relâchée par le barrage, perturbant les écosystèmes situés en aval de la retenue. On peut fréquemment y rencontrer des problèmes de forte turbidité, de proliférations de végétaux aquatiques (renoncles...) et de disparition d'espèces plus sensibles, pour les espèces végétales et animales (Thibault, 1998).



## **Fiche impact N°5 : effets des vidanges**

Une vidange a pour objectif de répondre à une obligation réglementaire (inspection décennale de certains barrages) ou technique (travaux d'entretien de l'ouvrage et de ses fondations...).

L'inspection ou l'entretien des parties immergées de l'ouvrage nécessite généralement la vidange totale du plan d'eau, ce qui a des conséquences importantes sur le milieu :

### **Conséquences physico-chimiques**

Une opération de vidange se fait par l'ouverture de la vanne de fond, ce qui provoque le départ des sédiments accumulés devant cette dernière.

Ensuite, l'abaissement du plan d'eau se fait progressivement et a peu de conséquences sur l'aval. Vers la fin de l'opération de vidange, l'eau devient de plus en plus chargée en MES (jusqu'à 30 mg/L). Il s'agit du « culot » de la vidange. Le passage de ce culot est très bref (quelques heures) mais peut avoir des conséquences désastreuses sur les êtres vivants à l'aval. Les sédiments contiennent de l'ammoniac et de la matière organique, dont la dégradation consomme de grandes quantités d'oxygène. Les taux d'oxygène dissous en aval de la retenue lors d'une vidange peuvent être extrêmement faibles (inférieurs à 2 mg/L).

Une fois la retenue à-sec, elle est très vulnérable face aux intempéries. En effet, la vase n'est pas stabilisée et peut être remise en suspension lors de crues ou d'orages, et donc se retrouver à l'aval du barrage (EDF, 2000 ; Huez, 1998).

### **Conséquences biologiques**

En aval, les MES vont se déposer dans le cours d'eau à l'aval, où elles vont colmater les substrats de ponte pour les salmonidés et fortement perturber les populations d'invertébrés benthiques (Gayraud, Hérouin, Philippe, 2001).

Lors des vidanges, il est fréquent que des poissons de la retenue (poissons blancs, carnassiers...) dévalent et se mélangent aux populations de l'aval (salmonidés...). Dans ce cas, les poissons de la retenue vont coloniser le milieu aval, et remplacer les populations d'origine. Les poissons qui n'auraient pas dévalé se retrouvent concentrés dans une eau résiduelle de qualité insuffisante pour leur survie (Huez, 1998).

## **Fiche impact N°6 : la circulation des poissons migrateurs**

Les barrages constituent un véritable obstacle physique pour les poissons migrateurs. En effet, ces derniers exigent des milieux différents pour le déroulement des phases principales de leur cycle biologique : reproduction, production de juvéniles, grossissement et production de géniteurs. La possibilité de circuler d'un milieu à l'autre est nécessaire à la survie des espèces

Chez les espèces amphibiotiques potamotoques (saumon, aloses, lamproies...), la reproduction a lieu en eau douce et la phase de grossissement en milieu marin. Ces migrateurs savent reconnaître le trajet menant à leur milieu natal et viennent s'y reproduire (phénomène de homing). Chaque bassin hydrographique possède donc un stock piscicole qui lui est propre.

Les espèces holobiotiques (truites, brochet...) ont un cycle biologique qui se déroule entièrement en eau douce. Les zones indispensables aux différentes phases de leur cycle sont souvent assez éloignées. Chez d'autres espèces telles que l'ablette ou le gardon, ces besoins sont moins marqués mais il est nécessaire de maintenir une circulation d'individus entre les biefs pour éviter l'isolement génétique.

Au cours des 150 dernières années, on a assisté en France à une réduction constante de l'aire de distribution des espèces de poissons migrateurs. Dans la majorité des cas cela est lié à la multiplication des ouvrages hydroélectriques. Ils sont considérés comme étant la cause de la disparition de stocks entiers (saumon du Rhin, de la Seine, de la Garonne et la Dordogne) ou du cantonnement de certaines espèces dans une partie très réduite du réseau hydrographique (saumon de la Loire, alose du bassin Garonne – Dordogne). Il a souvent suffi de la construction d'un seul obstacle, situé à l'aval de toutes les zones de reproduction, pour voir disparaître en quelques années toute une population (Larinier, Travade, 1998).

Les barrages ne sont pas seulement un obstacle lors de la montaison des poissons. Pour les ouvrages de faible hauteur, la dévalaison ne pose pas de problèmes car les poissons supportent assez bien une chute de quelques mètres. En revanche, comme pour la remontée, les grands ouvrages sont aussi des obstacles importants à la dévalaison.

De plus, il existe un risque important pour les poissons dévalants d'être entraînés vers les turbines. Ce risque n'existe que si le débit turbiné représente une part significative du débit du cours d'eau. Il est cependant courant de retrouver des poissons mortellement blessés après leur passage au travers de turbines (Thibault, 1998).

## **LES TEXTES REGLEMENTAIRES**

## **Fiche juridique N°1 : concessions et autorisations**

### **Loi du 16 octobre 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique**

Cette loi stipule que l'énergie hydraulique doit être considérée et gérée comme une richesse nationale, et énonce que « nul ne peut disposer de l'énergie des cours d'eau sans une autorisation ou une concession de l'Etat ».

Il s'agit du premier texte définissant précisément les conditions d'installation des entreprises hydroélectriques. Il sera par la suite complété par de nombreux décrets, et modifié par l'article 47 de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992.

Dorénavant, l'Etat a la charge d'assurer le meilleur aménagement énergétique d'un cours d'eau. Il peut donc refuser l'installation d'une centrale hydroélectrique, aussi bien sur les cours d'eau du domaine public que privé.

La loi du 16 octobre 1919 a institué un régime de concession pour les usines les plus importantes, et un régime d'autorisation pour les autres.

#### **Régime de la concession**

Une concession est un contrat entre l'Etat et le producteur d'électricité délivré par le Conseil d'Etat. Au terme de la concession, le concessionnaire doit remettre à l'Etat les aménagements.

Il s'agit d'une procédure assez lourde, détaillée par le Décret 94-894 du 13 octobre 1994, réservée pour les installations dont la puissance dépasse 4500 KW.

Cette procédure comprend notamment une enquête publique (loi 83-630 du 12 juillet 1983) et une étude d'impact (Décret 93-245 du 25 février 1993). De plus, ces entreprises doivent respecter un cahier des charges et un règlement d'eau relativement contraignants (Décret 95-1046 du 19 septembre 1995) (annexe 2).

#### **Régime de l'autorisation**

La petite hydroélectricité est essentiellement concernée par ce régime puisqu'il concerne toutes les centrales dont la puissance est inférieure à 4500 KW. Une autorisation est accordée pour une durée pouvant aller jusqu'à 75 ans.

Le décret 95-1204 du 6 novembre 1995 définit la procédure d'autorisation prévue par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992.

Le dossier de demande d'autorisation doit comporter les caractéristiques du site et de l'ouvrage, ainsi qu'une étude d'impact (puissance comprise entre 500 et 4500 KW) ou une notice d'impact (puissance inférieure à 500 KW). Les entreprises concernées doivent également respecter un règlement d'eau (Décret 95-1205 du 6 novembre 1995) (Société hydrotechnique de France, 1998).

## **Apports de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992**

Cette loi a pour objectif d'assurer la préservation qualitative et quantitative de l'eau et des écosystèmes. Elle repose sur le principe d'une gestion globale et équilibrée, par le biais de documents de planification : les schémas directeurs et schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE et SAGE). Ces documents doivent définir les orientations fondamentales pour la gestion équilibrée de l'eau et la protection des milieux aquatiques, qui devront être pris en compte par l'administration lors des processus de décision (Société hydrotechnique de France, 1998).

## **Entreprises non concernées par la réglementation**

Certaines entreprises ne sont pas concernées par la réglementation citée précédemment (Boizard, Delaunay, 1997) :

- les autorisations déjà accordées avant 1919 pour des installations de puissance inférieure à 150 kW sont sans limitation de durée et restent donc valables actuellement
- les personnes possédant un droit « fondé en titre » ou « sur titre » peuvent utiliser la force de l'eau sans autorisation. De plus ces ayants droit peuvent utiliser l'énergie des cours d'eau classés au titre de la loi du 16 octobre 1919 ou de l'article L432-6 à condition que le niveau du barrage ne soit pas modifié.

Sur les cours d'eau domaniaux, les droits d'eau fondés en titre concernent les usines installées avant l'Edit de Moulins (1566), qui a proclamé l'inaliénabilité du domaine de la Couronne.

Sur les cours d'eau non domaniaux, les droits fondés en titre s'assimilent aux établissements en place avant l'abolition du régime féodal en 1790.

## **Fiche juridique N°2 : les études d'impact**

### **Loi du 10 juillet 1976, relative à la protection de la nature**

Cette loi considère « la protection des espaces naturels et des paysages, la préservation des espèces animales et végétales, le maintien des équilibres biologiques auxquels ils participent et la protection des ressources naturelles » comme mesures d'intérêt général.

Les projets d'aménagement devront dorénavant respecter les préoccupations d'environnement. Pour cela, les études préalables à la réalisation de ces aménagements devront comporter une étude d'impact (pour les entreprises hydrauliques dont la puissance est supérieure à 500 KW) ou une notice d'impact.

Ce document permet d'informer le public et l'administration du projet et de ses conséquences sur l'environnement.

Le Décret du 12 octobre 1977, modifié par le Décret 93-245 du 25 février 1993, définit le contenu de l'étude d'impact :

- une analyse de l'état initial du site, qui ne doit pas se limiter à une présentation statique des caractéristiques de l'environnement, mais au contraire doit mettre en évidence les tendances d'évolution.
- une analyse des modifications que le projet y engendrerait (modifications des écoulements des eaux superficielles, risques de sédimentation ou d'érosion, évolution des paramètres physico-chimiques...)
- les mesures envisagées pour réduire ou compenser ces modifications (débit réservé adapté, ouvrages de franchissement pour les poissons, gestion du transport solide...)

## **Fiche juridique N°3 : achat de l'énergie par EDF**

### **Nationalisation de l'électricité**

La loi 46-628 du 28 avril 1946 annonce que la gestion de la distribution de l'électricité est dorénavant confiée à un établissement public national (Electricité De France). Les plus petites entreprises (production inférieure à 12 millions de KWh par an) ont été exclues de la nationalisation.

L'amendement du 2 août 1949 précise que les producteurs privés peuvent installer des usines de puissance égale ou inférieure à 8000 KW.

### **Obligation d'achat de l'énergie des producteurs privés par EDF**

Le Décret 55-662 du 20 mai 1955 impose à EDF d'acheter l'énergie fournie par les producteurs autonomes.

En revanche, le Décret 86-203 du 7 février 1986 (modifié par le Décret 93-925 du 13 juillet 1993) fixe les conditions dans lesquelles sont résiliés ou suspendus les contrats d'achat d'énergie conclus entre EDF et les producteurs autonomes.

Le préfet peut ainsi exiger qu'EDF n'achète plus l'électricité produite par une microcentrale irrégulièrement installée ou ne respectant pas les prescriptions imposées (Débit réservé, circulation des poissons migrateurs...)

## **Fiche juridique N°4 : les débits réservés**

### **Article L432-5 du code de l'environnement**

Cet article institue l'obligation de laisser couler dans la rivière un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces piscicoles.

Ce débit minimal doit être au moins égal au dixième du module interannuel du cours d'eau. Pour les cours d'eau plus importants (module supérieur à 80 m<sup>3</sup>/s), un décret pourra baisser cette limite au vingtième du module.

Dans le cas où le débit à l'amont immédiat de l'ouvrage est inférieur à la valeur du débit réservé (cas d'étiages sévères...), l'exploitant a l'obligation de le restituer intégralement.

Pour les ouvrages existants au 30 juin 1984, le débit minimal devra atteindre le quarantième du module dans un délai de 5 ans, sauf pour un renouvellement d'autorisation ou de concession, auquel cas le dixième leur sera applicable.

Les ouvrages fondés en titre ou sur titre sont également concernés par cet article.

Ce débit réservé pourra être turbiné par une centrale fonctionnant au fil de l'eau, sous réserve que les conséquences sur le milieu aquatique soient bien examinées dans l'étude d'impact (Circulaire du 8 février 1996).

D'autres usagers peuvent aussi avoir besoin de l'eau (irrigation, eau potable, industrie...). Ils devront également être pris en compte lors de la détermination du débit réservé, pouvant imposer à l'exploitant de la centrale une valeur supérieure au dixième du module. Cette valeur peut alors varier au cours de la journée et de l'année.

L'article L432-5 impose aussi aux exploitants d'ouvrages de mettre en place des dispositifs empêchant la pénétration du poisson dans les canaux d'amenée et de fuite.



## **Fiche juridique N°5 : les vidanges**

En France, tout barrage intéressant la sécurité publique (tout barrage dont la hauteur dépasse 20 m, et quelques barrages de hauteur inférieure mais ayant une importante incidence sur la sécurité publique) doit être totalement inspecté tous les dix ans (Circulaire interministérielle n° 70-15 du 14 août 1970). Cette inspection nécessite la vidange totale de la retenue, afin de recueillir et d'analyser toutes les informations permettant de contrôler le mode d'action et l'influence des forces auxquelles l'ouvrage est soumis, et de cerner tous les aspects de son comportement face à l'action de ces forces.

Toutefois, pour les cas où la vidange totale s'annoncerait difficile (problèmes environnementaux, ...), la circulaire 70-15 autorise une vidange partielle et une inspection des parties immergées par l'intermédiaire de plongeurs ou de robots-caméras (EDF, 2000).

Les circulaires interministérielles du 9 novembre 1993 et du 6 mars 1996 définissent précisément la notion de vidange, en insistant sur la différence avec les opérations de gestion des sédiments (chasses hydrauliques...)

L'article L432-9 du code de l'environnement spécifie que les vidanges de plans d'eau doivent faire l'objet d'une autorisation au titre de la loi sur l'eau (loi du 3 janvier 1992, rubrique 2.6.2), accordée après enquête publique.

Les décrets 93-742 et 93-743 du 29 mars 1993 indiquent la procédure pour les délivrances d'autorisation de vidange (dossier, consultation des services, enquête publique...). Cette autorisation est valable 2 ans pour les barrages de hauteur supérieure à 10 m ou pour des retenues de volume supérieur à 5 000 000 m<sup>3</sup>, et jusqu'à 30 ans pour les autres.

Depuis la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, l'exploitant est tenu de réaliser une étude d'incidence avant la vidange. Il doit notamment préciser le planning de cette opération, ainsi que les différents moyens qui seront mis en œuvre pour limiter les impacts sur l'environnement. Ce dossier doit être réalisé avec beaucoup d'attention car il aura un effet direct sur la conduite et les conséquences de la vidange.

Pour les ouvrages soumis au régime de concession, la surveillance des barrages est à la charge du ministère chargé de l'industrie, par l'intermédiaire des DRIRE (Directions Régionales de l'Industrie et de la Recherche en Environnement). La sûreté des ouvrages autorisés incombe aux services de l'Etat chargés de la police de l'eau (DDE ou DDA).

## **Fiche juridique N°6 : la circulation des poissons migrateurs**

### **Article 2 de la loi du 16 octobre 1919**

Cet article introduit la notion de rivière « réservée ». Il prévoit que sur certains cours d'eaux dont la liste sera fixée par décret au Conseil d'Etat, aucune autorisation ou concession ne sera donnée pour des entreprises hydrauliques nouvelles. Pour les entreprises existantes, un renouvellement de concession pourra être accordé sous réserve que la hauteur du barrage ne soit pas modifiée.

La liste des cours d'eau classés au titre de cette loi sera plus ou moins rapidement établie par différents décrets (Décrets du 15 avril 1981, du 8 juin 1984, 12 mars 1986, du 28 juillet 1987, du 25 avril 1989, du 28 janvier 1991, du 11 mars 1994, du 8 septembre 1995, du 29 octobre 1996, du 27 novembre 1999)

### **Article L432-6 du code de l'environnement**

L'article L.432.6 stipule que tout ouvrage à construire doit comporter des dispositifs assurant la circulation des poissons migrateurs dans certains cours d'eau dont la liste est fixée par décret (Décrets du 25 mars 1991, du 27 avril 1995 et du 1<sup>er</sup> août 2002).

S'ils sont situés sur les cours d'eau classés, les ouvrages existants doivent être équipés de ces dispositifs dans un délai de 5 ans après publication de l'arrêté fixant la liste des espèces migratrices par sous-bassins (Arrêtés du 27 avril 1995, du 18 avril 1997, du 1<sup>er</sup> août 2002).

Actuellement, les espèces concernées sont l'esturgeon, le saumon atlantique, la truite de mer, la truite fario, l'ombre commun, la lamproie marine, la lamproie fluviatile, l'aloise, l'anguille et le brochet.

Ces ouvrages de franchissement doivent être adaptés et efficaces pour les espèces citées dans l'arrêté. Ils doivent permettre la migration dans les deux sens : montaison et avalaison.

Leur fonctionnement et leur entretien doivent être assurés par l'exploitant de l'ouvrage.

## **LES MOYENS TECHNIQUES**

## **Fiche technique N°1 : détermination d'un débit réservé adapté**

La détermination d'un débit réservé est certainement l'une des plus importante mesure pour respecter les objectifs de la loi pêche et limiter l'impact des centrales hydro-électriques.

En France, les autorités ont fixé ce débit au 1/10<sup>ème</sup> du module. On peut naturellement se demander si cette valeur est bien adaptée pour tous les ouvrages existants, et si elle doit rester constante au cours de l'année.

En comparaison, on peut citer les valeurs réglementaires dans quelques pays. Au Canada, le débit minimum est fixé au quart du module ; en Espagne, 33 à 46 % du débit moyen (en fonction de l'importance et du rang du cours d'eau) ; en Grande Bretagne, 16 %...

Pour rechercher un débit réservé qui perturbe le moins possible le milieu naturel, tout en permettant à la centrale de turbiner un maximum d'eau, on utilise généralement la méthode des micro-habitats.

### **Origines de la méthode des micro-habitats**

Cette méthode a été initiée aux Etats-Unis par Bovee et Milhous au début des années 1980, et a été adaptée aux cours d'eau français par le CEMAGREF.

Elle consiste à calculer, en fonction du débit, la capacité d'accueil d'une station représentative d'un tronçon de cours d'eau pour différentes espèces de poisson à différents stades de développement.

Cette démarche fait la synthèse entre un modèle hydraulique appelé PHABSIM (Physical Habitat Simulation) et un modèle biologique utilisant des courbes de preferenda de différentes espèces. Elle nécessite un certain effort d'investigation tant pour le recueil des données que pour leur analyse (annexe 3).

### **Principes**

Le modèle hydraulique permet de modéliser la répartition en fonction du débit des paramètres hydrodynamiques majeurs de l'habitat (hauteur d'eau, vitesse et substrat),

Le modèle biologique donne la préférence de l'habitat pour chaque espèce, chaque stade de développement (fraie, alevins, juvéniles et adultes) et chaque activité (repos, nutrition...) par rapport aux 3 variables physiques (hauteur d'eau, vitesse et substrat).

On peut ensuite calculer la valeur de l'habitat potentiel pour différentes espèces en fonction du débit.

Le CEMAGREF a également mis au point un logiciel appelé EVHA (EValuation de l'HABitat). Après avoir saisi les données recueillies sur le terrain, le logiciel permet de visualiser les effets des variations de débit sur les écosystèmes principaux, et surtout pour les espèces situées en fin de chaîne alimentaire (poissons). Actuellement, la base de modèles biologiques comporte 25 espèces de poissons. La prise en compte d'espèces de macroinvertébrés ou de macrophytes pourrait sans doute améliorer la représentativité du milieu naturel par ce modèle (Souchon, Valentin, Capra, 1998).

## **Applications**

Connaissant les effets du débit sur les espèces représentatives des écosystèmes aquatiques, il faut déterminer quelle valeur permet de concilier au mieux les intérêts du producteur d'électricité et la protection de l'environnement.

Cela engendre la plupart du temps des négociations serrées entre les exploitants de centrales et les protecteurs de l'environnement. Il est parfois difficile de faire admettre certains principes écologiques de non linéarité des réponses face aux modifications de débit. Il est en effet très important de comprendre qu'il existe un seuil en dessous duquel le milieu n'assurerait pas la survie de certaines espèces.

Cependant, pour réellement réduire les impacts d'un barrage sur le fonctionnement d'un cours d'eau, il faudrait maintenir la dynamique hydrologique naturelle, en instaurant une notion de régime réservé.

Pour cela, il est nécessaire de respecter des débits d'inondation pour la plaine alluviale, qui assurent le maintien des ripisylves et des forêts alluviales, la recharge des nappes phréatiques et la connexion avec des zones de reproduction saisonnières pour certaines espèces de poissons. Il existe également des « débits métronomes » sur lesquels sont calées les horloges biologiques telles que les migrations, la reproduction... (Souchon, Valentin et Capra, 1998).

Des études récentes ont démontré l'importance d'un débit ou d'une gamme de débits, qui serait plus particulièrement responsable de la structure morphologique du lit (forme, sinuosité, granularité...). Ce débit dominant (ou débit morphogène ou efficace) correspond sur le terrain au débit de pleins bords, de temps de retour variant de quelques mois à 5 ans (Souchon, Andriamahefa, Breil, Albert, Capra, Lamouroux, 2002).

## **Fiche technique N°2 : lutte contre la sédimentation dans la retenue**

Les moyens de lutte contre la sédimentation dans les retenues artificielles peuvent être mis en œuvre avant, pendant ou après le dépôt des matières solides. Les procédés choisis vont dépendre des caractéristiques de la retenue et de son bassin versant.

### **La gestion du bassin versant**

Afin de limiter l'arrivée de sédiments dans la retenue, on peut utiliser des méthodes de conservation des sols assez classiques : terrasses à murets, labours perpendiculaires aux écoulements, couverture végétales, stabilisation de glissements de terrain... La protection des sols doit être appliquée sur une grande échelle pour être efficace (Rampon, 1990)

Cette méthode peut être une solution contre le comblement des retenues, mais elle est totalement inefficace contre le problème d'érosion et d'incision du lit en aval du barrage.

### **Le piégeage des sédiments**

Ce procédé consiste à construire un ou plusieurs petits barrages de décantation en tête de bassin, que l'on drague régulièrement. Les sédiments récupérés peuvent ensuite être transportés et redéposés en aval du barrage (Rampon, 1990 ; Thibault, 1998).

Ces aménagements sont efficaces pour les sédiments les plus grossiers, mais les coûts de dragage et de transport sont souvent importants.

Il est possible de piéger les sédiments en tête de retenue, grâce à une végétation qui ralentit le courant (Rampon, 1990).

### **La dérivation des sédiments**

Cette technique consiste à installer un seuil en tête de bassin afin de ne faire pénétrer dans la retenue que la partie superficielle du cours d'eau. Les couches profondes, chargées en sédiments, sont détournées de la retenue par un canal de contournement, et restituées au cours d'eau directement à l'aval du barrage (Thibault, 1998).

Cette méthode est jugée assez efficace, mais demande néanmoins l'examen des points suivants :

- Il faut avoir de bonnes connaissances sur la relation débit liquide – débit solide, afin de bien dimensionner les ouvrages (l'efficacité du dispositif dépendant très fortement du pertuis d'entrée du canal de dérivation).
- Ce dispositif nécessite un entretien supplémentaire, afin d'empêcher l'obturation du conduit par les sédiments.
- L'eau dérivée n'est pas turbinée et est donc perdue pour la production d'électricité.

On peut aussi envisager une déviation du courant de densité, afin qu'il ralentisse et qu'il dépose une partie de sa charge le long d'une rive (Rampon, 1990).

## **La gestion des sédiments par « transparence »**

Olivier Thibault a traduit le terme de transparence par « stockage d'eau claire, évacuation d'eau boueuse ».

En effet, 90 % du transport solide se faisant généralement en période de hautes eaux, la méthode consiste à éviter les dépôts dans la retenue durant cette période en laissant transiter les sédiments à travers celle-ci. Pour cela, un abaissement complet du plan d'eau est réalisé pour que la rivière retrouve un écoulement naturel au fond de la retenue. Le barrage devient alors transparent pour le débit liquide ainsi que pour la charge solide.

Tous les barrages ne peuvent pas convenir pour ce mode de gestion : les barrages dont le rôle est d'écarter les crues ne peuvent évidemment pas bénéficier de ce mode de gestion. Il faut également que le barrage soit équipé d'une vanne de fond capable de faire transiter le débit des crues annuelles, et que le volume de la retenue soit suffisamment faible pour que celle-ci puisse être vidée en deux jours environ.

Cette méthode est aujourd'hui appliquée avec succès en Chine. Elle est encore en phase de test en France : E.D.F. expérimente la gestion par transparence dans le bassin Adour-Garonne sur cinq sites. Il en ressort que ce mode de gestion est surtout efficace pour les retenues de moyenne et haute altitude (Maurel, 2002).

En revanche, les transparences sont très critiquées par certaines associations de pêche ou de protection de l'environnement, notamment sur les barrages de l'Ariège (barrage de Mercus-

Garrabet et de Labarre). Après avoir passé plusieurs années au fond de la retenue, les sédiments remis en suspension contiendraient des éléments polluants, voire fortement toxiques.

## Les moyens curatifs

Les **chasses (ou soutirage)** consistent à entraîner la vase par les vannes de fond. Lorsque les opérations ne sont pas assez rapprochées, les vases peuvent subir des transformations physico-chimiques et contenir certains éléments polluants.

Cette méthode concerne essentiellement les sédiments fins.

Le **siphonage** correspond à une succion naturelle utilisant la différence de charge entre l'amont et l'aval du barrage. Dans ce cas, les sédiments (surtout les plus fins) sont évacués par une conduite passant par-dessus le corps du barrage.

Le **dragage** des sédiments peut également être envisagé. En raison de son coût élevé, Cette méthode n'est que très peu employée. On l'applique lorsque les autres méthodes ne peuvent être utilisées, principalement pour les centrales de forte puissance.

Les **chasses à retenue vide** utilisent le principe de l'érosion des dépôts par le cours d'eau. Cette méthode est jugée efficace dans certaines conditions (étroitesse de la vallée noyée), mais son rendement (rapport volume de sédiments dégagés / volume d'eau utilisé) est faible et entraîne souvent des perturbations environnementales (pollutions...)

Le **décapage et l'extraction** des dépôts peuvent se faire avec des engins de génie civil dans le cas de petites retenues. Cette méthode peu onéreuse convient particulièrement bien pour les petits barrages.

Il existe également des **procédés biochimiques**, qui assurent un tassement important des sédiments par dégradation de la matière organique. Sur certains types de vases, l'épaisseur a été réduite de moitié. Cette méthode est réservée aux retenues de faible superficie.



### **Fiche technique N°3 : la qualité de l'eau**

Il est arrivé que l'eau turbinée par les centrales hydroélectriques vienne du fond de la retenue. On a vu précédemment les conséquences que cela pouvait avoir sur l'aval lorsque le réservoir a subi un phénomène de stratification physico-chimique.

Dans la majorité des cas, ces problèmes peuvent être résolus à l'aide d'une tour de prise d'eau multiple, permettant de prélever l'eau à différentes profondeurs.

Grâce à une gestion adaptée de cette tour, il est possible de relâcher une eau correspondant aux critères recherchés, sans perte de profit au niveau de la production électrique. Une installation de ce type est relativement simple, et son coût n'est pas très élevé, surtout si elle est prévue lors de la construction du barrage (Thibault, 1998).

En revanche, la lutte contre la pollution et l'eutrophisation de la retenue est beaucoup plus complexe. Lors d'une nouvelle mise en eau, il est important de procéder à un débroussaillage complet. Un décapage de la partie superficielle des sols qui seront submergés permet également d'exporter de grandes quantités de matière organique.

Le marnage favorise également l'eutrophisation en augmentant les quantités de phosphore consommable par le phytoplancton. Lorsque c'est possible, une diminution de l'intensité, de la durée et de la fréquence des épisodes de marnages permettrait de réduire de façon significative le développement des algues.

Les principales causes responsables du phénomène d'eutrophisation ont pour origine les pollutions urbaine (eaux usées) et agricole (engrais...) du bassin versant. La mise en place de réseaux d'assainissement efficaces et la limitation des pollutions agricoles diffuses (par des mesures agri-environnementales...) permettraient de limiter l'eutrophisation.

Des procédés d'aération sont aussi employés pour fixer le phosphore dans les sédiments, par précipitation (phénomène inverse de la dessiccation due au marnage). L'aération de l'hypolimnion permet de rétablir des conditions oxydantes et d'éviter le relargage d'éléments indésirables (phosphore, ammoniac, manganèse...).

L'injection de Nitrate de Calcium, de Chlorure ferrique et de chaux (procédé RIPLOX) peut avoir les mêmes effets qu'une aération.

On peut enfin effectuer une limitation de la végétation aquatique de façon mécanique (coupe), chimique (herbicides) ou biologique (poissons végétariens) (Thibault, 1998).

## **Fiche technique N°4 : les vidanges**

Une vidange totale perturbe profondément et durablement les milieux aquatiques en aval de la retenue. La loi (circulaire 70-15) prévoit la possibilité de moyens d'inspection subaquatiques tels que des robots, caméras étanches ou plongeurs. Les effets sur l'environnement sont alors considérablement réduits, voire nuls.

Cependant, une vidange totale peut s'avérer indispensable. Afin de limiter ses impacts sur l'environnement, elle doit être préparée longtemps à l'avance (3 ans) afin d'établir un diagnostic des composantes environnementales à prendre en compte (sédiments, qualité physico-chimique, populations piscicoles dans la retenue et en aval...).

Il faut ensuite choisir parmi les différentes options de gestion possible celles qui permettront de minimiser les impacts sur l'environnement, notamment en évitant :

### **- une pollution par les MES**

La période choisie a une grande importance : une vidange réalisée en étiage, quand les débits sont faibles et les crues assez rares, permet d'éviter des départs massifs de sédiments, dus à des effondrements de berges ou à des remises en suspension.

La vitesse de baisse du plan d'eau influence fortement la remise en suspension des MES de la retenue. Plus elle est rapide, plus la rivière prélève de la matière et plus l'eau est chargée en aval de la retenue. Par contre, une vitesse d'abaissement lente augmente le risque d'occurrence d'une crue. L'idéal est de débiter la vidange en abaissant le plan d'eau assez rapidement et de ralentir en fin de vidange, au moment du passage du culot (EDF, 2000).

La réalisation d'une chasse juste avant la vidange permet d'évacuer les sédiments accumulés à l'amont de la vanne de fond. Ainsi, on atténue le pic de pollution observé habituellement à l'ouverture de cette dernière.

La rétention des sédiments à l'intérieur de la retenue est possible en installant un batardeau en amont du barrage, ce qui va créer un petit plan d'eau. L'eau peut ainsi décanter juste avant de franchir la vanne, et le culot reste à l'intérieur de la retenue. Cette construction est relativement onéreuse (30 000 € environ) mais peut rester fonctionnelle pour plusieurs vidanges.

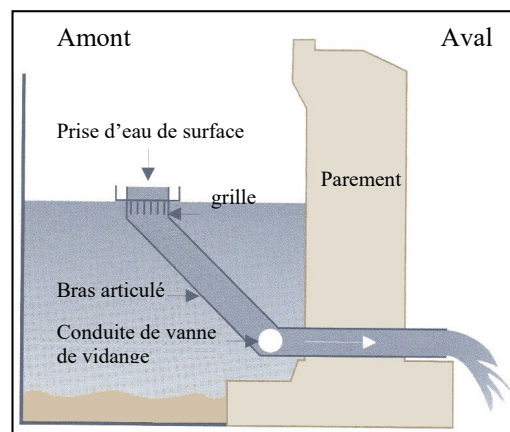
L'installation de bassins de décantation en aval immédiat du barrage est aussi réalisable. Leur coût varie de 1 500 à 4 500 €.

Les opérations de gestion des sédiments (voir fiche technique N°2) permettent de diminuer les quantités et l'âge des dépôts. Ainsi, les vidanges sont d'autant moins traumatisantes que des opérations telles que les chasses hydrauliques sont régulièrement pratiquées.

Pour les retenues de taille modeste, on peut mettre en œuvre des dispositifs spéciaux : pompage de surface (figure 4), caisson de rétention des sédiments sur la vanne de fond...

**Figure 4 :** dispositif de prise d'eau de surface.

Le bras est abaissé en même temps que la retenue afin de prendre l'eau de surface, bien oxygénée et moins chargée en MES (EDF, 2000).



L'injection d'un flocculant peut s'effectuer lors du passage du culot, pour permettre aux MES de décanter dans les premiers mètres du cours d'eau.

Dans le cas où de grandes quantités de sédiments se seraient déposées en aval de la retenue, des lâchers d'eau claire sont réalisables afin de décolmater le fond de la rivière.

#### - la dégradation du milieu par manque d'oxygène

La période de la vidange peut permettre de résoudre ce problème (plus l'eau est froide et plus sa teneur en oxygène est élevée). On peut également diluer les eaux anoxiques du fond de la retenue par des eaux de surface, plus riches en oxygène. Il est aussi possible de réoxygéner le milieu grâce à des aérateurs. Ce procédé permet d'augmenter la teneur en oxygène de 1 à 2 mg/L, ce qui a été suffisant pour les vidanges où cette technique a été utilisée (Huez, 1998).

#### - la mortalité ou la dévalaison des poissons

Pour les poissons de la retenue, la récupération est indispensable pour éviter des mortalités massives ou pour éviter la colonisation de la rivière par ces espèces d'eau stagnante. La technique la plus fréquente est la pose de filets ou de grilles inclinées en aval de la vanne de fond (les grilles occasionnent des blessures parfois mortelles aux poissons, mais sont très efficaces pour empêcher leur dévalaison dans la rivière).

Des pêches au filet dans la retenue peuvent aussi être réalisées avant le passage du culot. En créant une petite retenue en amont du barrage principal, on peut retenir une grande partie des poissons. Des pêches électriques peuvent avoir lieu en aval de la retenue, juste avant la vidange, afin de retirer et stocker les poissons le temps du passage des eaux de mauvaise qualité. Ces opérations nécessitent une main d'œuvre importante, mais sont souvent assurées par des bénévoles des associations de pêches locales. EDF et les associations de pêche procèdent généralement à des réalevinages dans le but de rétablir le plus rapidement possible les populations disparues.

## **Fiche technique N°5 : les dispositifs de franchissement**

Afin de libérer le passage des poissons migrateurs, il faut ouvrir et effacer les seuils et les barrages. Pour les ouvrages qui ont perdu leur fonction de production d'électricité, quatre options sont envisageables : ouverture simple, démontage des vannes et du portique, aménagement du seuil résiduel ou arasement.

Si l'ouvrage a encore son utilité, cette ouverture n'est pas possible. Il faut alors construire des passes à poissons.

La conception d'un ouvrage de franchissement nécessite la collecte d'informations biologiques (espèces migratrices citées ou non dans les décrets et arrêtés de classement au titre de l'article L432-6), hydrologiques (modules interannuels, débits moyens mensuels, débits caractéristiques d'étiage et de crue, influence des aménagements situés en amont...) et topographiques (relevés, coupes de l'ouvrage, cotes des plans d'eau amont et aval), ainsi qu'une étude des usages de l'eau sur le site et des modes de fonctionnement des installations hydrauliques.

Ensuite, il est indispensable de fixer la gamme de débits du cours d'eau dans laquelle l'ouvrage de franchissement doit rester fonctionnel, en fonction des données hydrologiques et des rythmes migratoires (les périodes où l'activité migratoire est maximum sont généralement de février à mai-juin et d'octobre à décembre) (CSP, 2003).

Il reste à choisir le type de passe (annexe 4), en prenant en compte les espèces concernées, les débits à transiter dans l'ouvrage, les variations des niveaux amont et aval, les contraintes topographiques, la dénivellation à franchir et le coût d'installation, de fonctionnement et d'entretien du dispositif.

Il faut ensuite positionner, dimensionner et caler le dispositif afin d'obtenir une efficacité maximum. En effet, les migrateurs doivent trouver le plus rapidement possible l'entrée de la passe lorsqu'ils arrivent au pied de l'obstacle. Le poisson ayant souvent tendance à rechercher son passage vers les zones à fort débit, il faut que la passe ait un fort débit d'attrait pour que le poisson la détecte rapidement. Il est également possible d'installer des barrières physiques (écrans de répulsion, grilles...) interdisant l'accès du poisson dans le canal de fuite (Larinier, Porcher, Travade, Gosset, 1993).

La migration devant se faire dans les deux sens, il est indispensable de permettre la dévalaison des poissons. Les techniques des dispositifs destinés à assurer la dévalaison sont beaucoup moins avancées que celles portant sur les passes à poissons. En effet, le problème de la dévalaison a été récemment abordé, et la mise au point de dispositifs efficaces est beaucoup plus délicate et complexe.

Le passage par les déversoirs et évacuateurs de crue ou à travers les turbines peuvent entraîner des blessures mortelles pour les poissons. Pour les petites centrales, les hauteurs de chute ne sont généralement que quelques mètres. Dans ce cas, il suffit d'assurer de bonnes conditions de réception à l'aval (fosse de profondeur suffisante) pour que la dévalaison se fasse sans trop de dommages.

Le seul risque reste alors le passage à travers les turbines. Les turbines à action (type Pelton) sont les plus dangereuses comparées aux turbines de type Francis ou Kaplan, plus utilisées pour les microcentrales. C'est surtout la vitesse de rotation qui va déterminer le taux de mortalité des poissons.

La solution la plus employée pour empêcher le passage dans les turbines consiste à arrêter les poissons au niveau des prises d'eau par une grille associée à un exutoire (by-pass) permettant au poisson de contourner l'usine. Afin de guider le poisson jusqu'à cet exutoire, il faut incliner la grille par rapport à l'écoulement et situer le by-pass à son extrémité aval.

Sur les ouvrages existants, l'installation de grilles et d'un exutoire nécessite de redimensionner les prises d'eau. Afin d'éviter cela, il est possible d'utiliser des exutoires de surface. Les conditions hydrauliques à l'entrée de ceux-ci se révèlent fondamentales pour leur efficacité : il faut un débit d'appel relativement important (2 à 10 % du débit turbiné, accélération graduelle, absence de turbulences...). Les exutoires de surface doivent également être situés le plus près possible des prises d'eau protégées par des grilles. L'installation de dispositifs d'éclairement peut améliorer l'efficacité de ce système, la dévalaison ayant principalement lieu la nuit (Larinier, Travade, 1998).

Le coût des dispositifs de franchissement étant très élevé, leur financement est souvent fortement subventionné par les DIREN et les agences de l'eau. Par contre, leur entretien et leur fonctionnement doivent être assurés par l'exploitant.

# SYNTHESE

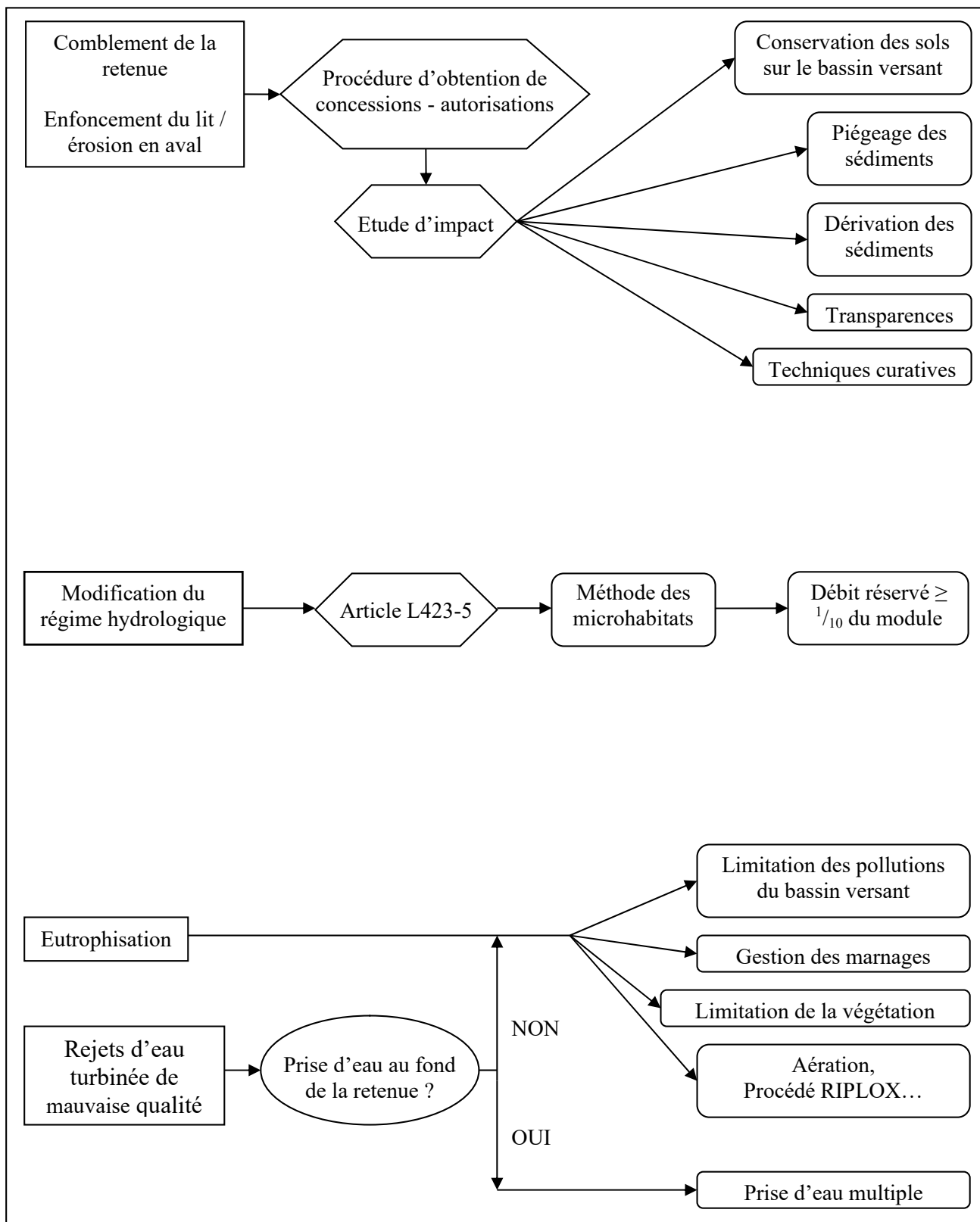


Figure 5 : principales solutions aux impacts des microcentrales

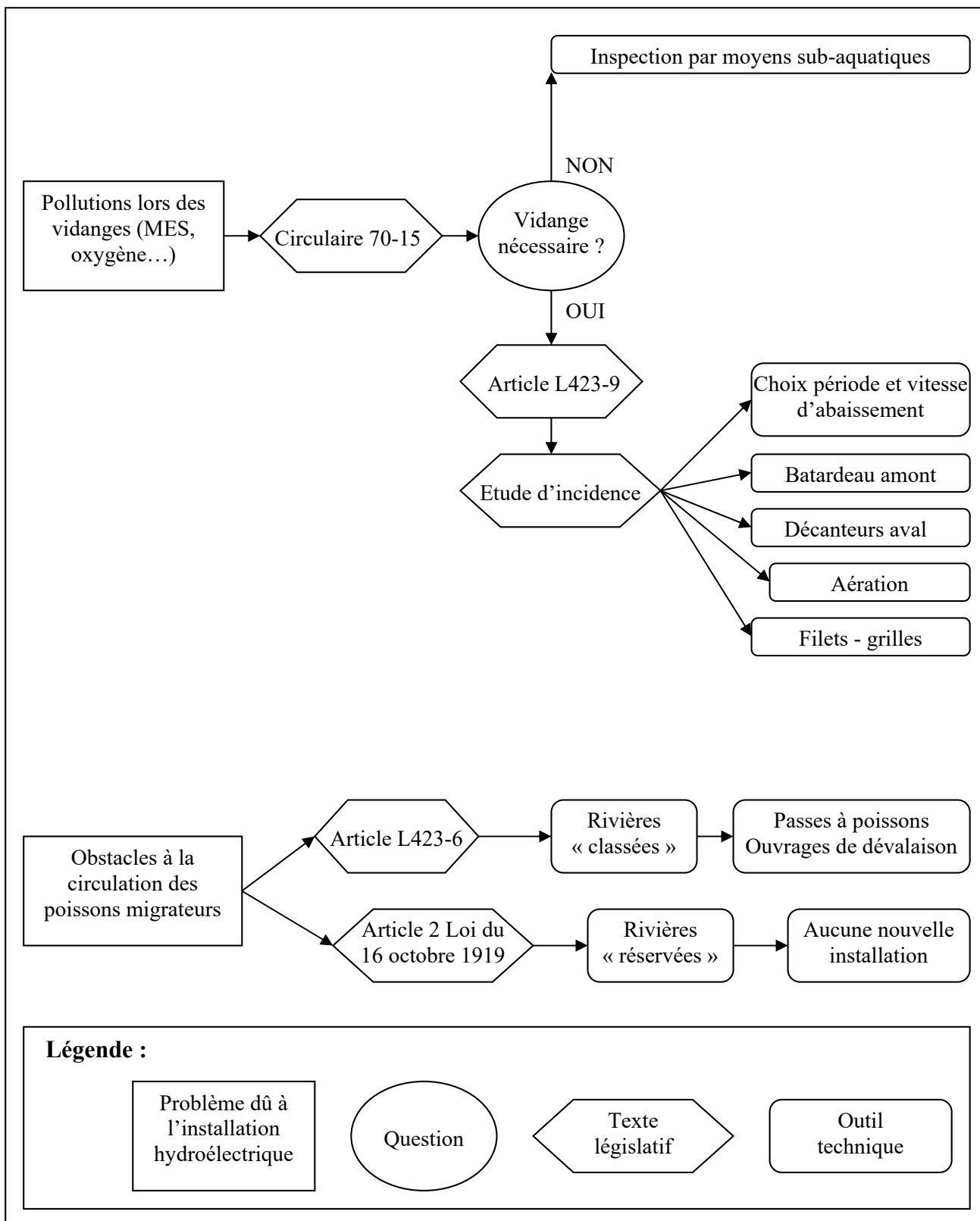


Figure 6 : principales solutions aux impacts des microcentrales (suite)

## CONCLUSION

L'énergie hydraulique est utilisée depuis plus de deux millénaires. Elle est encore largement exploitée aujourd'hui pour la production d'électricité, et présente de nombreux avantages lorsqu'on la compare aux autres types d'énergies. C'est pour cela qu'il existe en France de nombreuses petites centrales, aussi bien en plaine qu'en montagne.

Cependant, une installation hydroélectrique provoque inévitablement des modifications profondes du fonctionnement du système fluvial.

Premièrement, une centrale va modifier les caractéristiques hydrologiques de la rivière, avec une nette diminution de la pente, des vitesses et du débit. Elle constitue également un obstacle au transport solide, entraînant un important dépôt en amont du barrage, et des problèmes d'érosion en aval. La matière organique stockée au fond de la retenue va se décomposer dans de mauvaises conditions, et devenir une sérieuse source de pollution lors des vidanges ou de certaines opérations de gestion des sédiments.

Ces problèmes ont de graves incidences sur les populations présentes, qui sont généralement remplacées par des populations beaucoup moins exigeantes quant à la qualité du milieu.

Différentes lois (loi-pêche de 1984, loi sur l'eau de 1992 et Directive européenne sur les eaux de surface de 2000) ont clairement mis l'accent sur la nécessité de conserver les cours d'eau dans leur état « naturel », en imposant aux exploitants de centrales des mesures destinées à réduire les perturbations envers l'environnement.

De plus, d'importants progrès ont été effectués ces dernières années, notamment dans les domaines de la circulation des poissons migrateurs et des débits réservés.

Malgré cela, l'amélioration de l'état des cours d'eaux n'est que très légère. Certains aspects ne sont pas réellement pris en compte dans la réglementation, tels que la dynamique sédimentaire des rivières ou la mauvaise qualité physico-chimique des eaux hypolimniques.

Il reste encore beaucoup de travail à faire pour sensibiliser les exploitants de centrales et les législateurs aux problèmes environnementaux, et peut-être pour faire appliquer des mesures réellement efficaces, telles que des débits réservés variables se rapprochant du fonctionnement naturel des cours d'eau, des opérations d'effacement des barrages pendant les périodes de transport solide important et des axes de migrations totalement dépourvus d'aménagements artificiels.



## Bibliographie

Boizard P., Delaunay A., 1997. Document d'information – Loi sur l'eau et autres polices spéciales ayant trait à l'eau. Paris, Ministère de l'environnement, Direction de l'eau, 1997, 60 p.

Brandt S.A., 2000. Classification of geomorphological effects downstream of dams. Catena N°40, Elsevier Science, 2000. p 375 à 401.

Conseil Supérieur de la Pêche, 2003. La libre circulation piscicole. Poitiers, CSP, Délégation Régionale Centre Pays de Loire Poitou Charente, non édité, 17 p.

EDF, 2000. Vidanges de retenues hydroélectriques. Cahier technique. Saint Denis, EDF Pôle Industrie – Mission Technique Hydraulique, 2000, 36 p.

Gayraud S., Hérouin E., Philippe M., 2001. Colmatage minéral du lit des cours d'eau : revue bibliographique des mécanismes et des conséquences sur les habitats et les peuplements de macroinvertébrés. Bulletin Français de pêche et de pisciculture, N°365/366, 2002. p 339 à 355.

Huez D., 1998. Impacts des vidanges de barrages : Retour d'expérience. Montpellier, ENGREF, 1998, 9 p.

Larinier M., Porcher JP., Travade F., Gosset C., 1993. Passes à poissons : expertise et conception des ouvrages de franchissement. Paris, CSP, collection Mise Au Point, 1993, 336p.

Larinier M., Travade F., 1998. Petits aménagements hydroélectriques et libre circulation des poissons migrateurs, in Société Hydrotechnique de France, Petite hydroélectricité : actualité d'une énergie renouvelable. Paris, Société Hydrotechnique de France, 1998, p 111 à 118.

Maurel F., Simonet F., 2002. Bilan du programme d'études sur les « transparences ». Revue de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, N°85, 2002. p 17 à 22.

Rampon A., 1990. Erosion hydrique et sédimentation dans les barrages. Informations Techniques du CEMAGREF N°78. Antony, 1990, 8 p.

Société Hydrotechnique de France, 1998. Petite hydroélectricité : actualité d'une énergie renouvelable. Paris, Société Hydrotechnique de France, 1998, 188 p.

Souchon Y., Valentin S., Capra H., 1998. Peut-on rendre plus objective la détermination des débits réservés par une approche scientifique ? La Houille Blanche, N°8, 1998. p 41 à 45.

Souchon Y., Andriamahefa H., Breil P., Albert M.B., Capra H., Lamouroux N., 2002. Vers de nouveaux outils pour l'aide à la gestion des hydrosystèmes : couplage des recherches physiques et biologiques sur les cours d'eau, Nature Sciences Sociétés, vol. 10, p 26 à 41.

Thibault O., 1998. L'adaptation de la gestion d'ouvrages hydrauliques à des considérations de milieux. Synthèse bibliographique. Montpellier, ENGREF, 1998, 13 p.

Valentin S., 1996. Effets des éclusées hydroélectriques en rivière : diagnostic hydroécologique et aide à la gestion. Exemple de la Fontaulière (Ardèche). La Houille Blanche, N°5, 1996. p 25 à 31.

## Liste des ouvrages consultés

Armand F., Dietz G., 2000. Les petites centrales hydroélectriques : guide pratique. Valbonne, ADEME, 2000, 91 p.

Armand F., 2000. Impact environnemental des petites centrales hydroélectriques : groupe de travail. Paris, CLER, 2000, 45 p.

Baril D., 2000. Etat initial et prévision d'impact dans les documents d'incidences. Paris, Conseil Supérieur de la Pêche, 2000, 316 p.

Gayraud S., Hérouin E., Philippe M., Jacob F., Capra H., Souchon Y., Valentin S., 2000. Impacts de la vidange de la retenue de Choranche (Bourne) sur la faune aquatique. Lyon, CEMAGREF, 2002, 101 p.

Maurel F., 2000. Le partenariat EDF / Agence de l'eau. Revue de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, N°80, 2000. p 3 à 7.

Niclot M.C., 1995. Faisabilité d'un seuil de décantation (Barrage des Cambous). Nîmes, BRL ingénierie – Conseil Général du Gard, 1995. 33 p.

Société Hydrotechnique de France, 1999. Les petits aménagements hydroélectriques, tome 1 (Guide général, conception, réalisation, mise en service, exploitation, contrôle) et tome 2 (Guide pour l'intégration dans l'environnement). Paris, Société Hydrotechnique de France, 1999, 160 p.

Souchon Y., Trocherie F., Fragnoud E., Lacombe C., 1989. Les modèles numériques des microhabitats des poissons : application et nouveaux développements, Revue des Sciences de l'eau, vol. 4, p 807 à 830.

Trocherie F., Souchon Y., 1989. Etude des conditions d'application de l'article 410 du code rural sur les débits réservés. Aide à la préparation du bilan. 2ème partie : synthèse « hydrobiologie et débits réservés ». Lyon, CEMAGREF, 1989, 47 p.

Valentin S., 1995. Variabilité artificielle des conditions d'habitat et conséquences sur les peuplements aquatiques : effets écologiques des éclusées hydroélectriques en rivière. Etudes de cas (Ance du Nord et Fontaulière) et approches expérimentales. Thèse de Doctorat, Lyon 1, 1995, 284 p.

<http://www.cegel.univ-montp2.fr/amenagements.html>

<http://www.epa.gov/owow/nps/mmgi/chapter6/ch6-3a.html>

<http://www.epa.gov/owow/nps/mmgi/chapter6/ch6-3b.html>

<http://www.epa.gov/owow/nps/mmgi/chapter6/ch6-3c.html>

[www.anpertos.org](http://www.anpertos.org)

[www.legifrance.gouv.fr](http://www.legifrance.gouv.fr)

# Table des matières

Sommaire .....	1
Résumé .....	2
Summary .....	2
Liste des figures .....	3
INTRODUCTION.....	4
UNE CENTRALE HYDROELECTRIQUE .....	5
Le fonctionnement au fil de l'eau .....	5
Le fonctionnement par accumulation .....	6
Les centrales sans dérivation : .....	7
Les centrales avec dérivation : .....	7
LES IMPACTS DE LA PETITE HYDROELECTRICITE .....	8
Fiche impact N°1 : modifications du régime hydrologique .....	9
Effets dus à la présence du barrage .....	9
Effets dus au fonctionnement de la centrale.....	10
Fiche impact N°2 : le blocage sédimentaire.....	11
Le comblement des retenues .....	11
Le déficit en charge solide à l'aval des retenues.....	11
Incision du lit.....	12
Erosion des berges.....	12
Impacts sur les littoraux .....	12
Fiche impact N°3 : la stratification physico-chimique de la retenue .....	13
Fiche impact N°4 : l'eutrophisation .....	14
Fiche impact N°5 : les vidanges.....	15
Conséquences physico-chimiques.....	15
Conséquences biologiques .....	15
Fiche impact N°6 : la circulation des poissons migrateurs .....	16
LES TEXTES REGLEMENTAIRES .....	17
Fiche juridique N°1 : concessions et autorisations.....	18
Loi du 16 octobre 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique .....	18
Régime de la concession .....	18
Régime de l'autorisation .....	18
Apports de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 .....	19
Entreprises non concernées par la réglementation .....	19
Fiche juridique N°2 : les documents d'incidence.....	20
Loi du 10 juillet 1976, relative à la protection de la nature .....	20
Fiche juridique N°3 : achat de l'énergie par EDF .....	21
Nationalisation de l'électricité .....	21
Obligation d'achat de l'énergie des producteurs privés par EDF .....	21
Fiche juridique N°4 : les débits réservés.....	22
Article L432-5 du code de l'environnement .....	22
Fiche juridique N°5 : les vidanges .....	23
Fiche juridique N°6 : la circulation des poissons migrateurs.....	24
Article 2 de la loi du 16 octobre 1919 .....	24
Article L432-6 du code de l'environnement .....	24

LES MOYENS TECHNIQUES.....	25
Fiche technique N°1 : détermination d'un débit réservé adapté .....	26
Origines de la méthode des micro-habitats .....	26
Principes.....	26
Applications .....	27
Fiche technique N°2 : lutte contre la sédimentation dans la retenue .....	28
Les moyens préventifs.....	28
Le piégeage des sédiments .....	28
La dérivation des sédiments .....	28
La gestion des sédiments par « transparence » .....	29
Les moyens curatifs.....	30
Fiche technique N°3 : la qualité de l'eau .....	31
Fiche technique N°4 : les vidanges .....	32
Fiche technique N°5 : les dispositifs de franchissement.....	34
SYNTHESE .....	36
CONCLUSION .....	38
Bibliographie.....	39
Liste des ouvrages consultés .....	40
Table des matières .....	41

# **ANNEXES**

Annexe 1 : extrait du rapport Cochet sur les sources d'énergies renouvelables

Annexe 2 : exemple de cahier des charges

Annexe 3 : détermination d'un débit réservé par la méthode des microhabitats

Annexe 4 : les types de passes à poissons

# Annexe 1 : Extrait du Rapport Cochet

## Stratégie et moyens de développement de l'efficacité énergétique et des sources d'énergie renouvelables en France

septembre 2000

### 4.3.3.2 La petite hydraulique

#### Bilan

L'énergie hydraulique constitue la seconde source de production d'électricité en France. Elle représente près de 15% de la production totale, avec une capacité de 70 TWh en année moyenne

Les sites propices aux grands aménagements ont été pratiquement tous exploités ; par contre, la " petite hydraulique " (dans la définition qui précédait la loi électrique, installations de puissance inférieure à 8 MW, environ 1700 mini centrales hydrauliques, dont la production oscille autour de 7,5 TWh par an) conserve un potentiel de croissance estimé aux alentours de 1 000 MW, comprenant de nouvelles installations, des réhabilitations et des améliorations.

Le principal obstacle en France provient d'un classement particulièrement sévère des rivières promu par le Conseil supérieur de la Pêche. Le nombre d'autorisations délivrées est passé d'une cinquantaine en 1987 à quelques-unes en 1999, alors que dans le même temps certaines d'entre elles ne sont pas renouvelées.

#### Discussion et propositions

La petite hydraulique représente un potentiel important qu'il faut exploiter dans le respect de l'environnement. Elle est aujourd'hui en phase de stagnation faute de dialogue entre ses tenants et ses détracteurs.

La première mesure à prendre est de **renouer le dialogue entre les parties " utilisatrices " des cours d'eau** lors des opérations de classement ou de délivrance d'autorisation. Des premiers contacts entre producteurs d'électricité et pêcheurs ont été entrepris sous l'égide de l'ADEME et avec le concours des associations, mais il convient d'intensifier l'effort en ce sens. Une **mission** devrait être confiée aux ministères en charge de l'Environnement et de l'Energie pour réunir ces interlocuteurs et leur faire définir ensemble un **cahier des charges type pour une installation respectueuse de l'environnement**.

L'objectif ambitieux **d'augmentation de la puissance installée de 1000 MW correspondant à 4,5 TWh par an**, pourrait être retenu. Pour l'atteindre, il serait nécessaire de réévaluer les tarifs d'achat actuellement en vigueur en instaurant deux tranches en fonction de la puissance nominale afin de tenir compte du poids important des frais fixes :

- 40 à 45 cF/kWh pour les installations > 500 kW
- 45 à 50 cF/kWh pour les installations < 500 kW

Afin de sensibiliser les exploitants au respect des nécessaires contraintes environnementales (en particulier les débits réservés) et à la meilleure acceptation qui en résulterait, **une bonification de l'ordre de 10 % du tarif de base** pourrait être accordée pour les équipements du parc installé dès lors que le cahier des charges précité serait pris en compte.

Enfin, la petite hydraulique doit être éligible à l'amortissement exceptionnel (voir partie " fiscale ").

## **Annexe 2 : exemple de cahier des charges (extraits)**

**LA VIENNE**

**ELECTRICITE DE CONTROLE**  
**2, rue Louis Murat – 75008 PARIS**

**Concession de la Chute de BUSSY**  
**comprise entre les cotes 392,33 NGF et 335,70 NGF**  
**département de la HAUTE-VIENNE**

**CAHIER DES CHARGES**  
**DES**  
**ENTREPRISES HYDRAULIQUES**  
**CONCEDEES SUR LES COURS D'EAU ET LES LACS**

### **CHAPITRE I** **OBJET DE LA CONCESSION**

#### **ARTICLE 1 :**

##### ***Service concédé***

La concession à laquelle s'applique le présent cahier des charges a pour objet l'exploitation des ouvrages hydrauliques et de l'usine génératrice destinés à l'utilisation de la chute d'environ 56,60 mètres (en eaux moyennes) existant sur la Vienne, cours d'eau ne faisant pas partie du domaine public et créée par un barrage implanté sur la commune d'EYMOUTIERS, département de la Haute-Vienne.

Les ouvrages de la chute de Bussy font ressentir leurs effets sur les communes d'EYMOUTIERS et AUGNE.

La puissance maximale brute de la chute concédée est évaluée à 5 000 kilowatts, ce qui correspond, compte tenu du rendement normal des appareils d'utilisation, à une puissance maximale disponible de 3 640 kilowatts.

La puissance normale brute est évaluée à 3 320 kilowatts, ce qui correspond de même à une puissance normale disponible de 2 580 kilowatts.

L'entreprise a pour objet principal la production d'énergie électrique en vue de la fourniture aux usagers dans le cadre des dispositions législatives ou réglementaires en vigueur.

#### **ARTICLE 2 :**

##### ***Consistance de la concession***

Sont considérés comme dépendances immobilières de la concession tous les ouvrages utilisés pour la production de la force hydraulique devenus propriété de l'Etat à l'expiration du titre initial et telles qu'elles résulteront des opérations de bornage prévues à l'article 11 du présent cahier des charges, et notamment le barrage de retenue, les ouvrages d'emmagasinement, les ouvrages de prise d'eau, canalisations, ouvrages régulateurs ou de décharge, les moteurs hydrauliques (turbines et accessoires), ainsi que les terrains qui les supportent ou y donnent accès et les bâtiments ou partie de bâtiments qui les abritent et les terrains submergés.

## **CHAPITRE II**

### **EXECUTION DES TRAVAUX**

#### **ARTICLE 3 :**

##### ***Acquisition des terrains et établissement des ouvrages***

NEANT.

#### **ARTICLE 4 :**

##### ***Acquisition des droits à l'usage de l'eau***

NEANT.

#### **ARTICLE 5 :**

##### ***Caractéristiques de la prise d'eau***

Le barrage est implanté à 50 mètres environ en amont du pont de la voie ferrée reliant LIMOGES à CLERMONT-FERRAND.

Le niveau normal de la retenue est à la cote de 392,33 du NGF.

Le débit maximum emprunté est de 9 m<sup>3</sup> par seconde.

Le débit maintenu dans la rivière en aval du barrage ne devra pas être inférieur à 1100 litres par seconde, ou au débit entrant si celui-ci est inférieur. Ce débit sera délivré d'une part par la passe à poissons et, d'autre part, par une échancrure de dimensions appropriées de telle sorte que la somme des débits soit égale à 1100 l/s. Quand le débit entrant est inférieur à 1850 l/s (somme du débit réservé : 1100 l/s – et du débit minimum turbinable : 750 l/s) la quasi-totalité de ce débit entrant sera restitué à l'aval immédiat du barrage.

Le concessionnaire sera tenu d'installer et d'entretenir à ses frais tous dispositifs de mesure ou d'évaluation de débit dont les dispositions de détail seront précisées par le Règlement d'Eau prévu à l'article 16 du présent Cahier des Charges.

Les eaux seront restituées à la cote 335,70 NGF environ.

#### **ARTICLE 6 :**

##### ***Ouvrages principaux***

Les ouvrages comprennent d'amont en aval :

- un barrage du type poids rectiligne de 45,20 mètres de longueur et de 11,50 mètres de hauteur au-dessus du talweg,
- une usine hydroélectrique implantée à 2,5 km environ à l'aval du barrage équipée d'un groupe Francis à axe horizontal d'un débit maximum de 9 m<sup>3</sup>/s,
- une adduction comportant :
  - . un canal d'amenée d'une longueur de 1573 mètres,
  - . une chambre d'eau,
  - . une conduite forcée de 95 mètres,
  - . un canal de fuite de 67 mètres de long.

#### **ARTICLE 7 :**

##### ***Dispositions spéciales relatives à la navigation, au flottage, à la circulation des poissons***

Pour permettre la libre circulation des poissons migrateurs le concessionnaire a restauré en collaboration avec le Service chargé de la pêche l'échelle à poissons existante.

Le concessionnaire en assurera son entretien et son maintien en bon état de fonctionnement.

Le concessionnaire sera tenu de laisser libre circulation sur les dépendances de la concession aux agents chargés du contrôle de la pêche.

La vidange du plan d'eau est l'opération ayant pour effet d'abaisser le niveau de retenue d'eau audessous de la cote 387,80 du NGF (cote minimale turbinable).

Toutefois, l'abaissement de niveau en dessous de la cote précitée, réalisé en application du règlement d'eau et notamment en période de crue, n'est pas considéré comme une vidange.

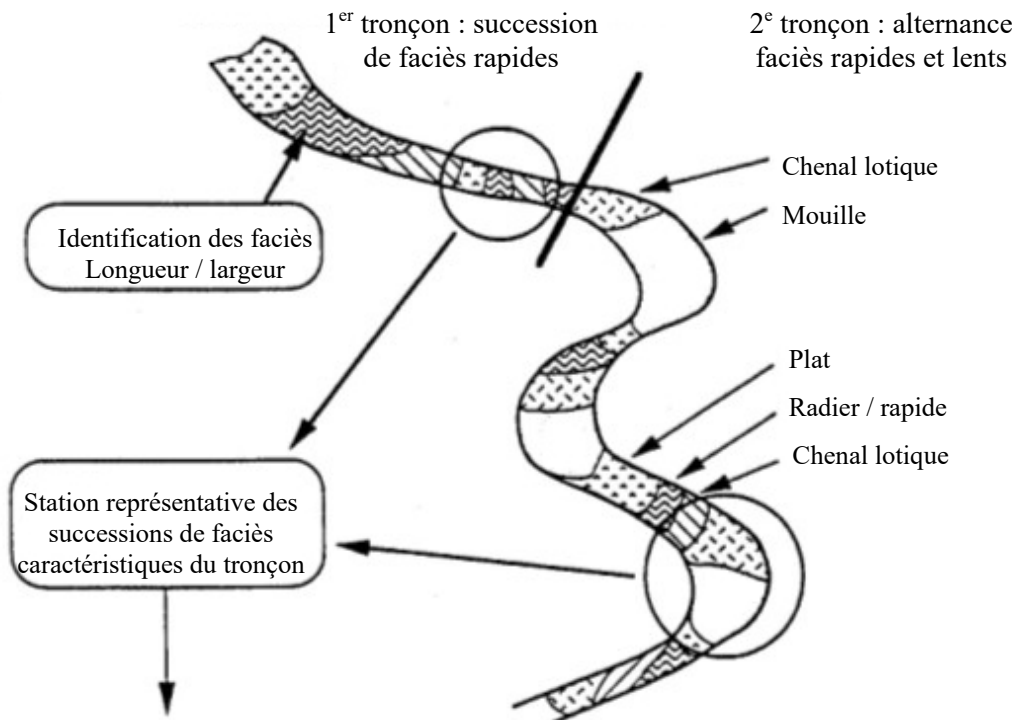
Sauf cas d'urgence, la vidange ne peut être effectuée qu'après autorisation accordée par un arrêté du Préfet en application des dispositions législatives et réglementaires en vigueur.



## Annexe 3 : détermination d'un débit réservé par la méthode des microhabitats

### 1 – description du cours d'eau

Sectorisation, cartographie des faciès, choix des stations représentatives



### 2 – description fine des stations

Description topographique et hydraulique des stations

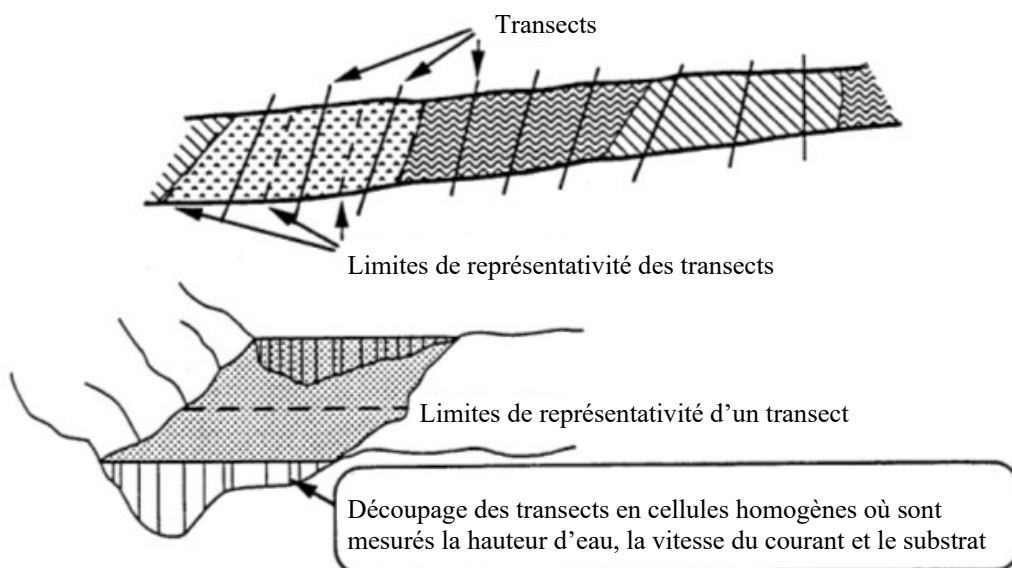
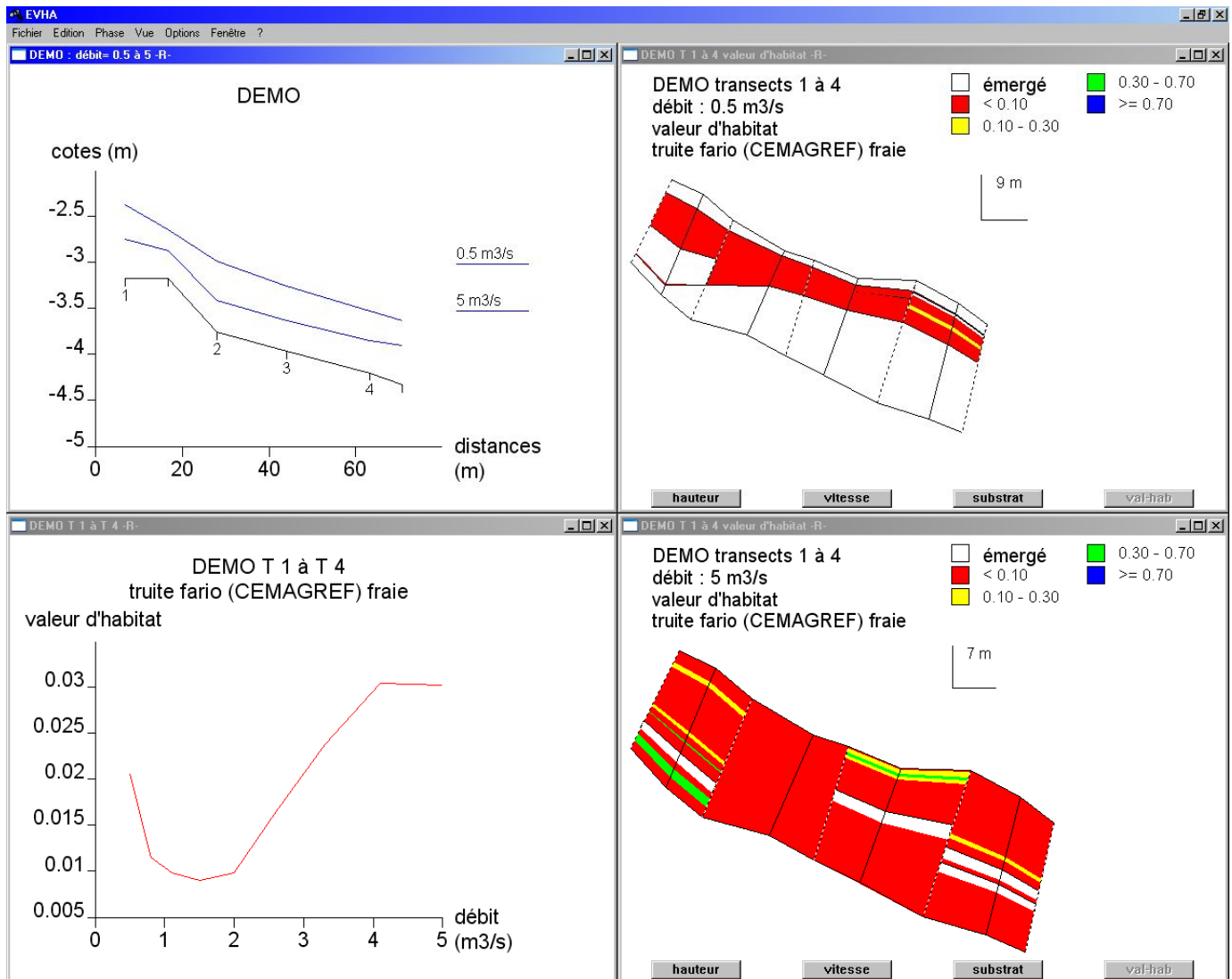


Schéma de principe de la méthode des microhabitats utilisée par le CEMAGREF  
(Source : Bulletin Français de Pêche et de Pisciculture, N°336)

### 3 – utilisation du logiciel EVHA

Une fois les données saisies dans le logiciel, on peut observer les variations des paramètres principaux (hauteur d'eau, vitesse, substrat) et des valeurs d'habitats de certaines espèces en fonction du débit.

Exemple avec les zones de frai de la truite fario, comparaison entre une station soumise à un débit de 0,5 m<sup>3</sup>/s puis de 5 m<sup>3</sup>/s.



On connaît ainsi la valeur de l'habitat pour une espèce donnée (ici, truite fario) à un stade de développement choisi (ici, fraie) en fonction du débit.

Il reste à déterminer quelle valeur d'habitat est « acceptable », en fonction des enjeux économiques et écologiques concernés.

## Annexe 4 : les types de passes à poissons

Le type le plus fréquemment utilisé est la **passse à bassins successifs**, consistant en une série de bassins permettant la dissipation de l'énergie de l'eau et la présence de zones de repos. Le principal problème de ces passes vient du fait qu'elles retiennent une grande quantité d'objets flottants (embâcles...).

Les passes à échancrures verticales (figure 1) sont les plus utilisées car elles permettent le passage des espèces piscicoles les plus exigeantes en terme de franchissement (poissons blancs et aloses) et restent fonctionnelles pour une large gamme de hauteurs d'eau. Leur coût se situe entre 20 000 et 60 000 € par mètre de dénivelée à franchir.



**Figure 1 :** passe à fentes verticales  
(Tournon St Martin, 36)



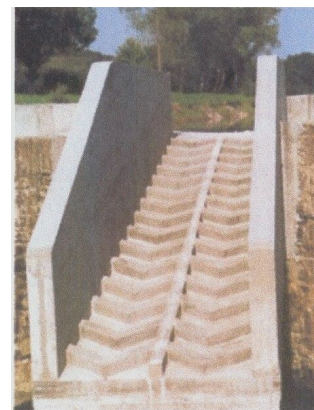
Les passes à fentes horizontales (figure 2) sont beaucoup moins coûteuses (15 000 à 23 000 € par mètre de dénivelée) mais ne permettent que le franchissement des espèces sauteuses (salmonidés).

**Figure 2 :**  
Passe à fentes horizontales.  
Le poisson doit sauter d'un bassin à l'autre

Les **passes à ralentisseurs** (Figure 3) se présentent sous la forme d'un canal à forte pente (jusqu'à 15 %) dans lequel est disposé une succession de déflecteurs rendant la vitesse d'écoulement compatible avec les capacités de nage des poissons.

Elles ont l'avantage de permettre le passage des canoës-kayaks et de ne pas retenir les embâcles. Par contre, elles sont exclusivement réservées aux grands salmonidés (saumon, truite de mer) et ne sont fonctionnelles que pour une faible gamme de débits.

Les coûts moyens de réalisation sont de l'ordre de 12 000 à 15 000 € par mètre de dénivelée (CSP, 2003).



**Figure 3 :** passe à ralentisseur de fond en bois, pouvant servir aux canoës-kayaks de dévaler le barrage. Photo : CSP Poitiers

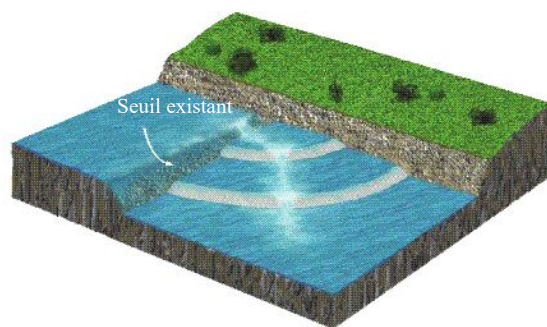
Les **écluses** à poissons sont très peu utilisées du fait de leur faible efficacité, qui est très liée au comportement des poissons. Leur principe de fonctionnement est très proche de celui d'une écluse de navigation.

Les **ascenseurs** à poissons (figure 4) sont principalement utilisés pour les grandes hauteurs (supérieures à 8 m). Le poisson est directement piégé dans une nasse, qui est remontée et déversée en amont à intervalles réguliers. Les principaux inconvénients viennent des pannes relativement fréquentes, et des coûts de maintenance.

Le coût de réalisation d'un ascenseur est fortement lié à l'importance des aménagements nécessaires à son intégration dans l'ouvrage, et varie de 45 000 à 300 000 €.



**Figure 4** : ascenseur à poisson  
(Photo : Fish-pass)



**Figure 5** : prébarrages

pour permettre le franchissement des obstacles de faible hauteur. Ils sont formés de plusieurs petits seuils créant à l'aval de l'obstacle des grands bassins qui fractionnent la chute à franchir. Ils conviennent avant tout aux salmonidés possédant de bonnes capacités de franchissement.

Les passes de type « **rivière artificielle** » (Figure 6) consistent à relier biefs amont et aval par un chenal creusé dans l'une des rives, dont le fond et les parois sont garnis de rugosités (épis...).

Ce type d'ouvrage est assez efficace et s'intègre bien dans le paysage. Les principales difficultés viennent de la nécessité de respecter une pente inférieure à 5 % dans la passe, ainsi que du positionnement du pied de la passe, qui doit absolument se situer au pied du barrage.

**Figure 6** : rivière artificielle utilisée par un club de canoë-kayak (Tounon St Martin, 36)



Le coût de ce type d'aménagement est un peu plus élevé que pour les autres types de passes, mais il offre l'avantage de satisfaire d'autres usages, notamment grâce à la création de parcours d'entraînement pour les clubs de canoë-kayak ou pour le rafting.

**L'anguille** possède de faibles capacités de nage mais présente la particularité de pouvoir progresser par reptation sur des substrats humides. On utilise cette faculté dans des passes spécifiquement conçues pour ce poisson, constituées de rampes garnies d'un matériau humidifié permettant la reptation (branchages, brosses, plots de béton...).

**Figure 7** : passe à anguille constituée de plots en béton sur lesquels l'anguille prend appui



Sources :

- Larinier, Porcher, Travade, Gosset, 1993
- Larinier, Travade, 1998
- CSP, 2003