FICHE N° 13

L'ETUDE D'IMPACT

Les projets de PCH dont la puissance maximale brute dépasse 500 kW sont soumis à l'étude d'impact, les projets dont la puissance est inférieure à 500 kW sont soumis à notice d'impact. Cette fiche a pour objectif de présenter la notion d'étude et de notice d'impact.

Le cadre réglementaire a été présenté dans la fiche 6. Le lecteur se reportera utilement à cette fiche relative au droit de l'environnement.

Cette fiche présente les généralités sur l'étude d'impact. Des fiches thématiques, relatives au milieu physique, au milieu naturel et au milieu humain, complètent cette fiche de présentation générale (fiches 14,15 et 16).

En définitive, cette fiche abordera successivement :
- la définition de l'étude et la notice d'impact,
- son contenu et ses fondements,
- sa conduite,
- sa responsabilité.

Qu'est-ce qu'une étude d'impact ?

L'étude d'impact est une identification et une analyse des effets positifs et négatifs d'un projet sur l'environnement, le cadre de vie et la santé.

Instaurée par la loi sur la protection de la nature votée en 1976, l'étude d'impact est un instrument essentiel pour la protection de l'environnement.

Présentée dans le dossier de demande d'autorisation, l'étude d'impact constitue bien souvent la synthèse des études d'environnement réalisées aux différents stades d'élaboration du projet. Elle permet donc au Maître d'Ouvrage, au même titre que les études techniques, économiques et financières, d'améliorer son projet.

Dans le Code de l'environnement, partie législative, l'étude d'impact est présentée dans les articles :

- L.122-1 : objectif de l'étude d'impact, insertion dans les procédures,
- L.122-2 : conséquences de l'absence d'étude d'impact,
- L.122-3 : contenu de l'étude d'impact, lien avec les enquêtes publiques, etc.

LA NOTICE D'IMPACT

Version simplifiée de l'étude d'impact, la notice comprend théoriquement deux rubriques décrivant respectivement les incidences éventuelles du projet sur l'environnement et les conditions dans lesquelles l'opération projetée satisfait aux préoccupations d'environnement.

Dans les faits, même si la notice ne requiert pas réglementairement le plan indiqué pour l'étude d'impact, il est fortement recommandé de s'en inspirer. Selon la réglementation, le contenu de l'étude doit être en relation avec l'importance des travaux et des aménagements projetés et avec leurs incidences prévisibles sur l'environnement.

En définitive, la notice ne diffère de l'étude d'impact que par :

- le nombre plus limité de domaines à étudier, en ne prenant en compte que les critères les plus pertinents,
- le nombre plus limité de campagnes saisonnières de mesures physico-chimiques et hydrobiologiques. En pratique l'usage consacre 1 ou 2 campagnes pour la notice, contre 4 pour l'étude d'impact.

Quels sont le contenu et les fondements de l'étude d'impact ?

Le décret du 12 octobre 1977 modifié mentionne que l'étude d'impact doit présenter successivement :
«1- Une analyse de l'état initial du site et de son environnement, portant notamment sur les richesses naturelles et les espaces naturels agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs, affectés par les aménagements ou ouvrages ;
2- Une analyse des effets directs et indirects, temporaires ou permanents du projet sur l'environnement et la santé, et, en particulier sur la faune et la flore, les sites et les paysages, le sol, l'eau, l'air, le climat, les milieux et les équilibres naturels, les équilibres biologiques, sur la protection des biens et du patrimoine culturel et, le cas échéant, sur la commodité du voisinage (bruit, vibrations, odeurs, émissions lumineuses) ou sur l'hygiène, la sécurité et la salubrité publique ;
3- Les raisons pour lesquelles, notamment du point de vue des préoccupations d'environnement, parmi les partis envisagés, le projet présenté a été retenu ;
4- Les mesures envisagées par le maître d'ouvrage ou le pétitionnaire pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes ;
5- Une analyse des méthodes utilisées pour évaluer les effets du projet sur l'environnement mentionnant les difficultés éventuelles de nature technique ou scientifique rencontrées pour établir cette évaluation.
Afin de faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenues dans l'étude, celle-ci fera l'objet d'un résumé non technique.
Lorsque la totalité des travaux prévus au programme est réalisée de manière simultanée, l'étude d'impact doit porter sur l'ensemble du programme. Lorsque la réalisation est échelonnée dans le temps, l'étude d'impact de chacune des phases de l'opération doit comporter une appréciation des impacts de l'ensemble du programme ».
L'article 19 de la loi sur l'air de 1996 ajoute que toute étude d'impact doit désormais inclure une « étude des effets du projet sur la santé ».

UN EXEMPLE DE PLAN D'ÉTUDE D'IMPACT*

— Résumé non technique
— Présentation du projet :
  - les composantes du projet, de la prise d'eau au canal de restitution
  - la procédure administrative de demande d'autorisation
  - les aspects réglementaires de l'étude d'impact
— L'état initial de l'environnement
— Les raisons du choix du projet
— Les effets sur l'environnement de la solution retenue
— Les mesures réductrices ou compensatoires associées
— Les effets sur la santé
— Les méthodes utilisées et les difficultés rencontrées

* Il n'y a pas un modèle unique de plan d'étude d'impact, d'autant plus que celle-ci s'adresse à un public large associant des personnes compétentes dans le domaine de l'hydraulique ou de l'hydrobiologie et des personnes non averties. Nous considérons que le rédacteur doit toujours être attentif à la lisibilité du document et à la cohérence de la démarche.

Rappelons que la loi sur l'eau de 1992 dans son article 2, et ses décrets d'application, demandent la réalisation d'une « étude d'incidence » à intégrer dans le dossier de demande d'autorisation. Cette étude précise, compte tenu des variations saisonnières et climatiques, les incidences de l'opération sur la ressource en eau, le milieu aquatique, l'écoulement, le niveau et la qualité des eaux, en fonction des différentes composantes du projet. Ce document doit aussi préciser la compatibilité du projet avec le schéma directeur ou le schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE ou SAGE). Ces informations complémentaires doivent figurer dans l'étude d'impact dont elles constituent le volet « milieu aquatique ».

L'échelle d'analyse

L'analyse des impacts d'un projet de PCH peut être appréhendée à différentes échelles de perception :
- à l'échelle du tronçon court-circuité, notamment pour les aspects hydrobiologiques,
- à l'échelle du site de la PCH, notamment pour les aspects paysagers, le bruit, etc,
- à l'échelle du bassin versant du cours d'eau considéré, notamment pour les aspects piscicoles,
- à l'échelle globale, notamment pour l'effet de serre et les pollutions atmosphériques évités, etc.

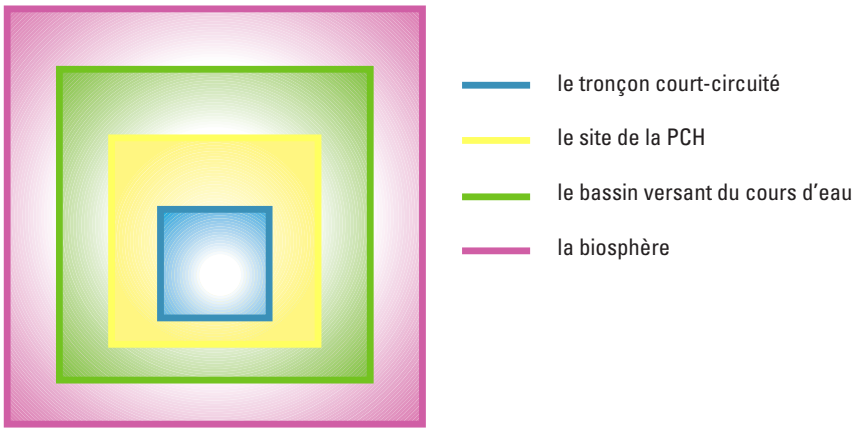
Les problèmes d'environnement doivent être posés aux bonnes échelles de perception.

A titre d'exemple :
- un aménagement hydroélectrique peut ne pas être trop contraignant pour la remontée de poissons migrateurs, par contre une succession d'aménagements peut devenir une réelle contrainte (effets cumulatifs),

- l'impact d'une PCH peut paraître négligeable par rapport à l'effet de serre évité, par contre l'ensemble du parc de PCH aura un impact positif non négligeable.

L'étude d'impact doit donc sérier ces différentes questions, afin de mieux mesurer les impacts de l'aménagement et de pouvoir ensuite les hiérarchiser.

Les échelles d'analyse d'un aménagement hydroéléctrique



L'approche systémique

Un cours d'eau forme un écosystème à part entière, c'est-à-dire une unité fonctionnelle constituée par un ensemble d'organismes vivants (faune piscicole, flore) exploitant un milieu naturel déterminé.

Un écosystème ne constitue pas une entité figée, mais au contraire une structure en évolution permanente. Son fonctionnement repose sur 3 éléments indispensables :

- une source d'énergie,
- une capacité de stockage de cette énergie,
- un ensemble d'éléments liés entre eux et utilisant cette énergie.

Un écosystème qui subit une perturbation peut réagir de différentes manières :

- si celle-ci est minime, il peut reprendre son état d'équilibre antérieur,
- si celle-ci est très importante, l'écosystème peut se dégrader complètement,
- entre ces deux extrêmes, l'écosystème peut trouver un nouvel état d'équilibre.

Dans l'étude d'impact, l'approche systémique est souvent plus utile que l'approche strictement analytique.

QU'EST-CE QUE L'APPROCHE SYSTÉMIQUE ?

L'approche systémique s'est développée au cours des 40 dernières années, de la confrontation de plusieurs disciplines dont la biologie, la théorie de l'information, la cybernétique et la théorie des systèmes.
A la différence de l'approche analytique, l'approche systémique englobe la totalité des éléments du système étudié, ainsi que leurs interactions et leurs interdépendances.
Dans sa définition la plus courante, un système est un «ensemble d'éléments en interaction» (J. de Rosnay)

Quatre concepts fondamentaux apparaissent dans la notion de système :
- l'interaction,
- la globalité,
- l'organisation,
- la complexité.

L'écologie s'est largement inspirée de l'approche systémique, avec notamment la notion d'écosystème.

La notion d'impact

Il existe aujourd'hui toute une terminologie pour caractériser les impacts ou effets d'un projet sur l'environnement :

- effets directs et indirects,
- effets temporaires et permanents,
- effets cumulatifs,
- effets de synergie,
- impacts positifs et négatifs,
- effets réductibles et effets non réductibles.

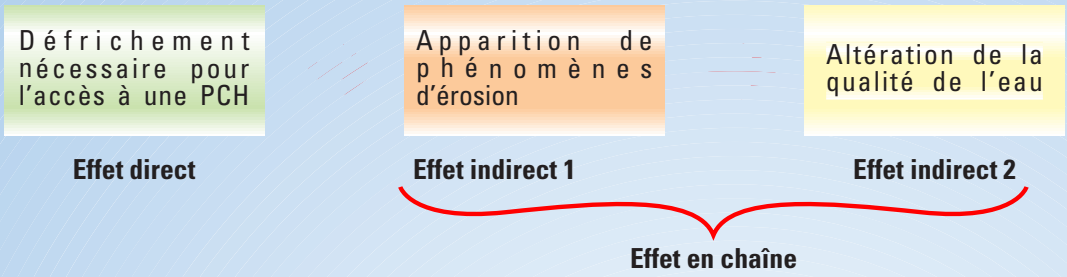
Les exemples ci-après fournissent quelques illustrations de ces notions.

QUELLE DIFFÉRENCE ENTRE IMPACT ET EFFET ?

Les termes impact et effet sont souvent utilisés indifféremment pour présenter les conséquences du projet sur l'environnement. En fait, effet et impact n'ont pas tout à fait le même sens :

- on parle d'effet quand on décrit une conséquence objective du projet sur l'environnement : exemple d'un transformateur qui émet un niveau sonore de X décibels,
- on parle d'impact quand on transpose la conséquence du projet sur une échelle de valeurs. Pour des émissions sonores, l'impact peut être fort si des riverains se situent en périphérie.

Effets directs et indirects



Effets cumulatifs et effets de synergie

Effets cumulés sur l'écosystème :
- pollutions chroniques de la rivière
- pression piscicole importante
- nombreux aménagements hydroélectriques

Par **effet de synergie**, l'effet total sur l'écosystème peut être supérieur aux 3 effets élémentaires

Effets réductibles et effets non réductibles

Impact négatif de la PCH sur la circulation des poissons migrateurs

Effet réductible (en installant une échelle à poissons)

Dans le tronçon court-circuité, évolution de la qualité des eaux par diminution du pouvoir auto-épurateur

Effet non réductible

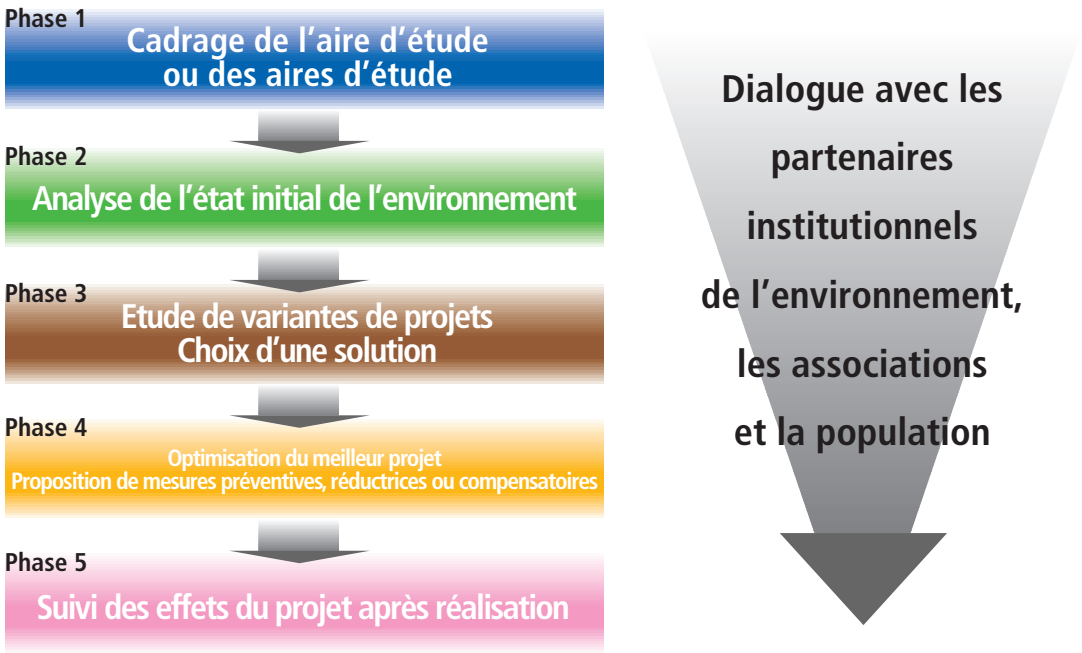
La conduite de l'étude d'impact

• L'analyse de l'environnement doit être engagée dans une démarche continue, progressive et sélective.
- La continuité doit être assurée aux différentes étapes du programme des études, et de manière générale, à tous les stades du projet. La continuité est une condition nécessaire à la cohérence du projet.
- Il est bien évident qu'il ne saurait être question, dès la première phase d'étude, d'analyser l'ensemble des données dans le moindre détail. La logique veut ainsi que le niveau de précision aille croissant au fur et à mesure des phases successives.
- La sélectivité s'impose face à la complexité et au grand nombre de critères environnementaux. Autrement dit, la priorité ne doit pas être d'atteindre l'exhaustivité, mais plutôt de rechercher les enjeux les plus pertinents.

Les trois notions précédentes appellent celle d'itération qui consiste à vérifier la pertinence des choix antérieurs. L'apparition d'un nouveau problème, l'approfondissement d'un aspect du projet ne remettent-ils pas en question ces choix ?

• L'analyse de l'environnement doit être engagée le plus en amont possible, au stade des études préliminaires. De fortes contraintes environnementales peuvent remettre en cause la faisabilité même du projet ; il est donc indispensable de les identifier le plus tôt possible.

La conduite de l'étude d'impact doit être menée en plusieurs séquences successives, le plus souvent interdépendantes, ou pouvant être, selon la nature et l'importance du projet, plus ou moins confondues. Cette conduite est schématisée dans le diagramme ci-après.



Qui est responsable de l'étude d'impact ?

L'étude d'impact est réalisée sous la responsabilité du maître d'ouvrage, du pétitionnaire ou du promoteur. Les coûts afférents à la réalisation de l'étude d'impact sont entièrement à sa charge. Le maître d'ouvrage n'est cependant pas tenu de faire l'étude d'impact lui-même. En raison de son caractère technique, de la diversité des connaissances requises, il est même recommandé de faire appel à des bureaux d'études ou à des consultants extérieurs spécialisés dans ce type d'étude.
Dans tous les cas, le document final doit indiquer la dénomination précise et complète du ou des auteurs de l'étude d'impact. Cette disposition vise à renforcer la crédibilité du dossier aux yeux du public et à assurer la transparence de la décision.
Le contrôle de l'étude d'impact est effectué par les services instructeurs de l'Etat qui vérifient le contenu et la pertinence du dossier.
Depuis 1977, ce sont des dizaines de milliers d'études d'impact qui ont été rédigées, sur une grande variété d'aménagements, d'ouvrages ou de travaux.

Certaines de ces études d'impact ont fait l'objet de recours. Une jurisprudence s'est ainsi constituée ; elle permet aussi d'éclairer les principales difficultés d'application des textes en vigueur.

Il va de soi que le contentieux sur une étude d'impact peut considérablement ralentir la procédure d'instruction du projet, ou même remettre en cause sa faisabilité. Le maître d'ouvrage aura donc tout intérêt à conduire cette étude avec sérieux, tant sur le fond que sur la forme.

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **L'étude d'impact est bien souvent la pièce maîtresse du dossier de demande d'autorisation. Elle est la synthèse des études d'environnement du projet.**
  La notice d'impact, nécessaire pour les projets d'une puissance inférieure à 500 kW, représente une version simplifiée de l'étude d'impact.

- **Le décret du 12 octobre 1977 mentionne les différents chapitres qui composent l'étude d'impact. Celle-ci comprend notamment l'état initial de l'environnement, l'impact du projet, les raisons du choix du projet, les mesures réductrices et compensatoires. Les échelles d'analyse d'un aménagement hydroélectrique sont multiples ; elles vont du tronçon de la rivière court-circuité à l'ensemble du bassin versant et même la biosphère.**

- **L'analyse de l'environnement doit être réalisée dans une démarche continue, progressive et sélective. D'autre part cette analyse doit être engagée le plus en amont possible, au stade des études préliminaires.**

- **L'étude d'impact est réalisée sous la responsabilité du maître d'ouvrage, du pétitionnaire ou du promoteur.**

FICHE N° 14

LE MILIEU PHYSIQUE

L'analyse du milieu physique nécessite de collecter des données relatives à la climatologie, la géologie et la géomorphologie, l'hydrologie, la physico-chimie des eaux, l'hydrogéologie, les risques naturels. Les fiches 3 et 9 ont déjà abordé les aspects climatologiques et hydrologiques. Cette fiche présentera principalement les autres thèmes du milieu physique.

Milieu physique et milieu naturel sont deux thèmes étroitement dépendants, le premier étant le support du second. Les fiches 14 et 15 sont très liées.

La conduite de l'étude d'impact comprend 3 étapes principales :
- l'état initial de l'environnement avec le recueil des données,
- l'analyse des impacts avec l'optimisation du meilleur projet,
- l'élaboration des mesures réductrices ou compensatoires.

Cette fiche présentera le milieu physique avec différentes phases du processus d'étude d'impact.

Le recueil des données sur le milieu physique

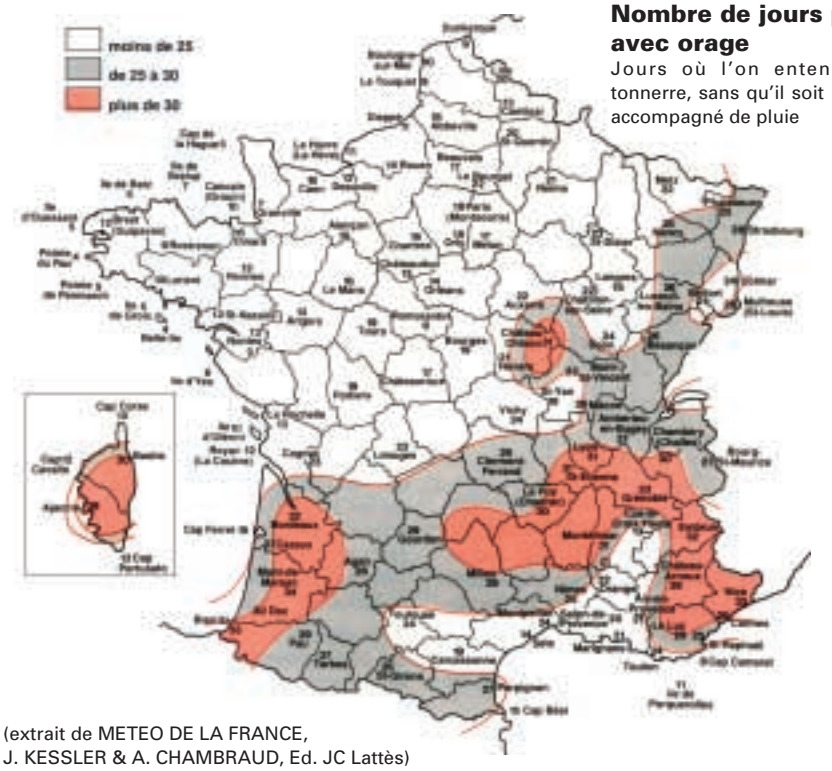
Les tableaux suivants présentent les différents paramètres à collecter et les organismes susceptibles de fournir de l'information. Ils n'ont pas un caractère exhaustif.

Sous thème	Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Climatologie	Paramètres climatiques à collecter sur l'ensemble du bassin-versant : - températures, - pluviométrie, - vent, - orage, - ensoleillement, gel	Météo France

Les données climatiques sont des informations importantes, pas seulement dans le cadre des études environnementales, mais aussi dans le cadre des études techniques, pour mieux connaître les débits et la ressource hydraulique.
Le risque orageux peut être apprécié par l'interrogation du service Météorage de Météo France. Deux types d'information sont disponibles à l'échelle de la commune :

- le niveau kéraunique qui est le « nombre de jours par an où l'on entend gronder le tonnerre »,

- la densité de foudroiement qui est le « nombre de coups de foudre au sol par km² et par an ».



Nombre de jours par an avec orage
Jours où l'on entend gronder le tonnerre, sans qu'il soit nécessairement accompagné de pluie

(extrait de METEO DE LA FRANCE,
J. KESSLER & A. CHAMBRAUD, Ed. JC Lattès)

Sous thème	Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Géologie	Cartes géologiques	BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières)
Pédologie	Cartes pédologiques	INRA (Institut National de la Recherche Agronomique)
Géomorphologie	Composantes morphologiques du cours d'eau : - conformation du lit, - conformation des berges, - phénomènes d'érosion, - transport solide, - sédimentation, - faciès morphodynamiques.	CNRS et expert géomorphologue

Cette analyse peut être menée à 3 échelles de perception (conduisant à 3 niveaux de détails croissants) :
- à l'échelle du bassin versant,
- à l'échelle de l'ensemble du cours d'eau,
- à l'échelle du tronçon étudié.

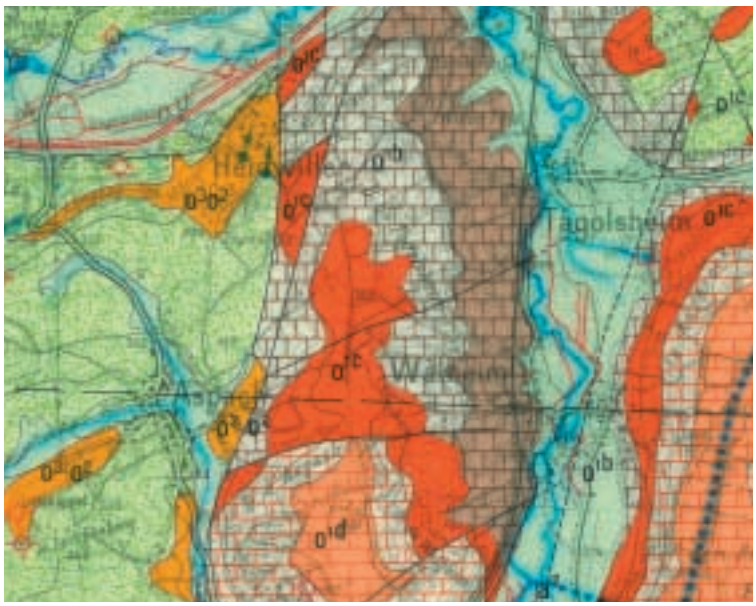
A l'échelle la plus fine (tronçon), on décrit :
- les pentes du lit (profil en long),
- la conformation du lit et des berges (profil en travers),
- la nature et la structure de la charge solide en place,
- les faciès d'écoulement, avec la variabilité de la lame d'eau à l'étiage.

Les données hydrogéologiques peuvent être présentées dans ce chapitre ; en effet ces informations sont très dépendantes des formations géologiques

présentes. Les cartes géologiques, hydrogéologiques sont principalement à l'échelle du 1/50 000 ou 1/80 000.

Sous thème	Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Hydrogéologie, eaux souterraines	Différents aquifères concernés par le projet Qualité des eaux souterraines Sources, captages, forages	BRGM Agence de l'eau DDASS (Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales)

Extrait de la carte géologique de la France Echelle 1/50 000 Edition BRGM, Service géologique national



Extrait de la carte hydrogéologique de la région d'Altkirch (feuille 445) Echelle 1/50 000 DATAR/BRGM 1967

Sous thème	Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Hydrologie (pour mémoire). Physico-chimie des eaux superficielles.	Débit moyen, débit d'étiage, débit de crue, etc. Caractéristiques physico-chimiques de l'eau (cf. SEQ Eau)	DDAF (Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt) Données Agence de l'Eau Etude de terrain (analyse hydrobiologique) DIREN (Direction Régionale de l'Environnement)

Les données hydrologiques (cf. fiches 3 et 9) sont collectées en tout début du projet ; elles sont déterminantes pour la rentabilité même de ce dernier.

Les caractéristiques physico-chimiques font partie de l'analyse hydrobiologique. Elles sont mesurées en 4 prélèvements, à différentes périodes du cycle hydrobiologique et aux emplacements les plus significatifs.

CONTENU DE L'ANALYSE HYDROBIOLOGIQUE DANS LE CADRE D'UN PROJET DE PCH

- données physico-chimiques (cf. fiche 14),
- inventaire de la faune et la flore aquatique (cf. fiche 15),
- inventaire piscicole (cf. fiche 15).

LE NOUVEAU SYSTÈME D'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DES EAUX (SEQ EAU) (donnée Agence de l'Eau Adour-Garonne, 2000)

Depuis 1971, la qualité des cours d'eau était évaluée en France à partir d'une grille qui associe, pour une série de paramètres physico-chimiques et biologiques, des valeurs seuils définissant 5 classes de qualité représentées par les couleurs bleu, vert, jaune, orange et rouge. Cette grille permettait une évaluation sommaire de l'aptitude de l'eau aux principaux usages.

Les agences de l'eau et le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement ont souhaité, dans les années 90, la moderniser, l'enrichir et en normaliser l'utilisation.

Il en est résulté une évaluation de la qualité des cours d'eau fondée sur trois volets :

- le volet «eau», le SEQ-Eau, pour évaluer la qualité de l'eau (physico-chimique, bactériologique) et son aptitude à satisfaire les fonctions naturelles des milieux aquatiques et les usages de l'eau. Ce volet est actuellement opérationnel;
- le volet «milieu physique», le SEQ-Physique, pour apprécier le degré d'artificialisation ou de perturbation du lit mineur, des berges, du lit majeur et du régime des eaux,
- le volet «biologique», le SEQ-Bio, pour estimer l'état des peuplements animaux et végétaux vivant dans le cours d'eau et ses abords.

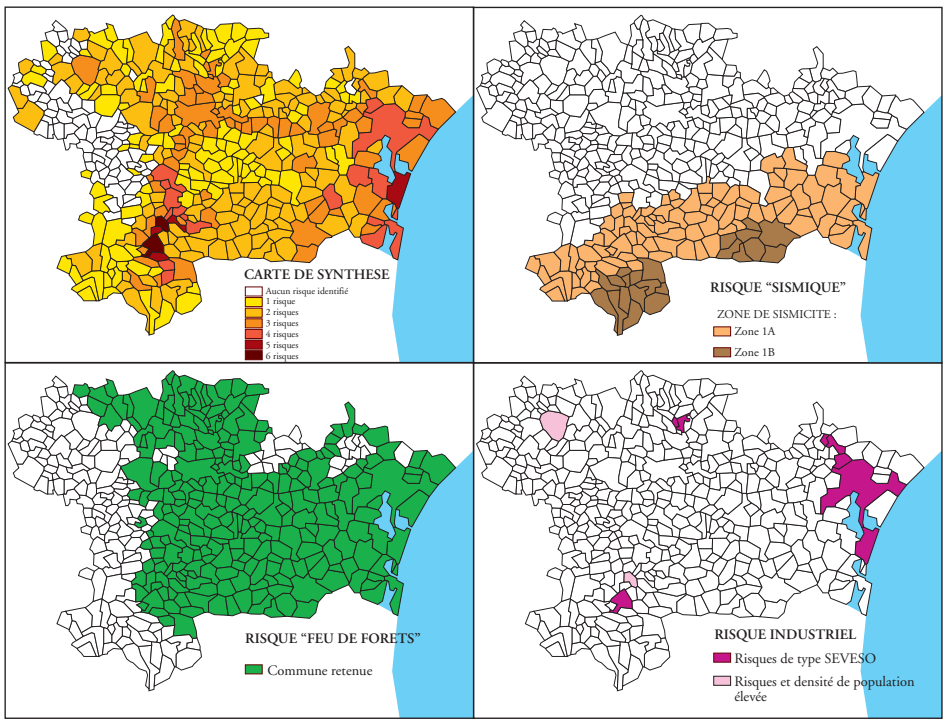
Ces deux derniers volets, encore à l'état de prototype, sont en cours de test.

Sous thème	Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Risques naturels	Risque de crue Risque de mouvements de terrain Risque d'incendie Risque d'avalanche Risque sismique	Préfecture (Sécurité Civile) DRIRE (Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement) SDIS (Service Départemental d'Incendie et de Secours) DDE (Direction Départementale de l'Equipement)

Dans le cadre de l'information préventive, il existe plusieurs types de documents qui présentent les risques naturels :

- le DDRM (Dossier Départemental de Risques Majeurs) à l'échelle du département,
- le DCS (Dossier Communal Synthétique) et le DICRIM (Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs) à l'échelle de la commune.

Dans le cadre des dispositifs réglementaires, il existe aujourd'hui un document annexé aux documents d'urbanisme : le PPRNP (Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles). Ce document, institué par la loi Barnier de 1995, remplace les nombreux documents antérieurs :
- les Plans d'Exposition aux Risques (PER),
- les Plans de Surfaces Submersibles (PSS),
- les Plans de Zones Sensibles aux Incendies de Forêt (PZSIF),
- etc.

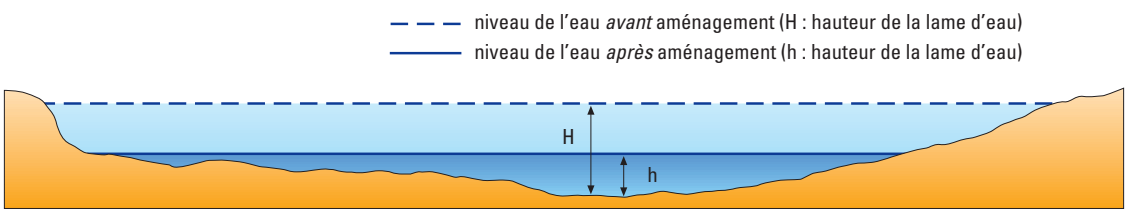


Extrait du Dossier Départemental des Risques Majeurs de l'Aude (Préfecture de l'Aude, 1994 : dossier élaboré par la DDAF, la DDE, la DRIRE, le SDIS, les services départ. de l'Education Nationale, le SIDPC)

L'analyse des impacts sur le milieu physique

Sous thème	Exemples d'impact à analyser	Illustrations à joindre
Hydrologie, physico-chimie des eaux	Conséquences de la modification du régime des eaux : - en amont de l'installation : création d'un obstacle à l'évacuation des crues, - dans la retenue : marnage, échauffement de l'eau, risque d'eutrophisation, - dans le tronçon court-circuité : diminution de la lame d'eau et du périmètre mouillé, échauffement en été, gel en hiver, - en aval de l'installation : variations brutales de niveau dues aux éclusées, diminution du transport solide.	Profil en travers et profil en long du cours d'eau. Diagramme simulant l'évolution de la qualité de l'eau.
Hydrogéologie, géomorphologie	Conséquences sur l'évolution des nappes de l'évolution de la ligne d'eau : - à l'amont : diminution du drainage de la nappe, répercussions sur l'état de saturation des sols, - dans le tronçon court-circuité : aggravation du drainage de la nappe, répercussions sur les puits, les zones humides, Conséquences sur l'hydrogéologie des conduites forcées enterrées, du canal de dérivation. Influence sur la stabilité des berges de l'évolution de la ligne d'eau.	Carte piézométrique, coupes et plans divers.
Risques naturels	Conséquences de l'aménagement sur la stabilité des versants, possibilités de mouvements de terrain. Risque d'incendie lié à une ligne aérienne d'évacuation de l'énergie. Modifications de l'écoulement des crues, pour les aménagements importants.	Diagrammes, coupes modèles (pour les aménagements hydrauliques importants)

Profil en travers au niveau du tronçon court-circuité



Mesures réductrices ou compensatoires sur le milieu physique

La démarche consiste à privilégier d'abord les mesures «pour éviter», puis les mesures «pour réduire» et enfin les mesures «pour compenser».

Les types de mesures

EVITER OU SUPPRIMER	RÉDUIRE	COMPENSER
Exemple : interdire l'accès en phase chantier d'un périmètre de captage pour éviter tout risque de pollution.	Exemple : maintenir un périmètre mouillé significatif pour limiter l'assèchement du tronçon court-circuité.	Exemple : proposer une réserve de pêche pour compenser l'impact sur la faune piscicole, mettre en place une redevance d'alevinage.

Il est souvent pertinent dans l'étude d'impact de différencier les mesures préventives, réductrices ou compensatoires :

- pendant la période de chantier,
- pendant la période de fonctionnement de l'installation.

A titre d'exemples, voici quelques mesures qui peuvent être proposées pour réduire les impacts sur le milieu physique :

- maintien d'un débit réservé modulé dans le temps pour permettre un pouvoir de dilution suffisant d'éventuels effluents,
- installation d'un dispositif de contrôle de la qualité des eaux permettant de corriger une anomalie constatée,
- adaptation d'un mode opératoire en phase chantier pour limiter les matières en suspension,
- interdiction de déversement sur le sol, en phase chantier, d'hydrocarbures et de produits chimiques.

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **L'analyse du milieu physique a trait à la climatologie, l'hydrologie, l'hydrogéologie, la physico-chimie des eaux et les risques naturels.**
- **Les informations sont à recueillir principalement auprès de Météo France, du BRGM, de l'Agence de l'eau, de la DDAF, DDE, DDASS, Préfecture, SDIS, DIREN et DRIRE.**
- **En fonction de la problématique posée, l'impact peut être analysé à différentes échelles de perception. Le porteur de projet devra, dans tous les cas, prendre en compte la partie en amont et la partie en aval de son installation.**
- **La démarche consiste à privilégier d'abord les mesures pour éviter, puis les mesures pour réduire, et enfin les mesures pour compenser.**

FICHE N° 15

LE MILIEU NATUREL

L'appréciation des impacts sur le milieu biologique, et notamment la faune piscicole, constitue bien souvent l'un des thèmes majeurs de l'étude d'impact. Le porteur d'un projet aura tout intérêt à aborder cette thématique avec beaucoup de soins.

Outre les écosystèmes aquatiques, les écosystèmes terrestres sont à prendre en compte dans l'étude milieu naturel. Les études de terrain doivent permettre de caractériser la faune et la flore.

Comme pour le milieu physique (fiche 14), cette fiche présente le milieu naturel aux principaux stades de l'étude d'impact :
- l'état initial de l'environnement et le recueil des données,
- l'analyse des impacts avec l'optimisation du projet,
- l'élaboration des mesures réductrices ou compensatoires.

Le recueil des données sur le milieu naturel

Les données peuvent être collectées à partir de trois sources principales :
- la consultation des services de l'Etat en charge de l'environnement,
- la bibliographie,
- les études de terrain.

La consultation des services de l'Etat

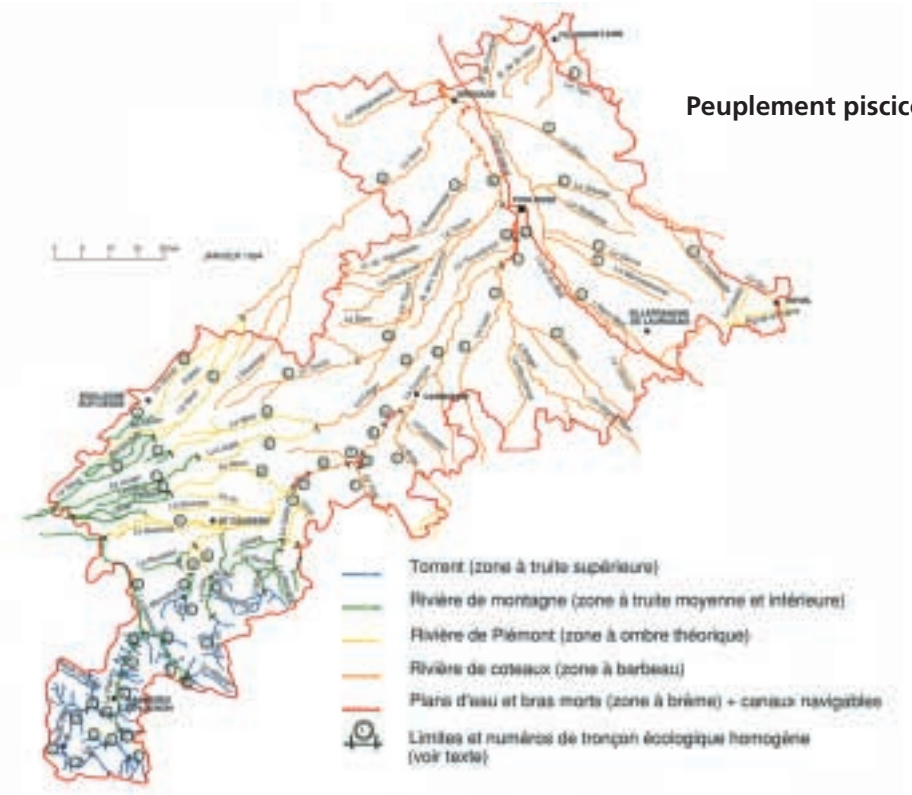
Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Données d'inventaire (ZNIEFF : zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique, ZICO : zone importante pour la conservation des oiseaux, inventaire zones humides dans le cadre du SDAGE, etc.)	DIREN (Direction Régionale de l'Environnement)
Données piscicoles : schéma départemental de vocation piscicole et halieutique, type de peuplements, réserves piscicoles, catégories piscicoles, etc.	CSP (Conseil Supérieur de la Pêche),Fédération départementale de pêche
Données réglementaires : - rivière classée, rivière réservée, - parc national, parc naturel régional, - réserve naturelle, réserve naturelle volontaire, - arrêté de protection de biotope, - réserve biologique, - forêt de protection, - série RTM (restauration des terrains de montagne), - contrat de rivière, etc.	DDAF (Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt) ou DDE (Direction Départementale de l'Equipement)

Certains espaces naturels peuvent également être protégés par maîtrise foncière (exemples : les terrains acquis par le Conservatoire du Littoral ou par les conservatoires régionaux d'espaces naturels, les espaces naturels sensibles des départements).

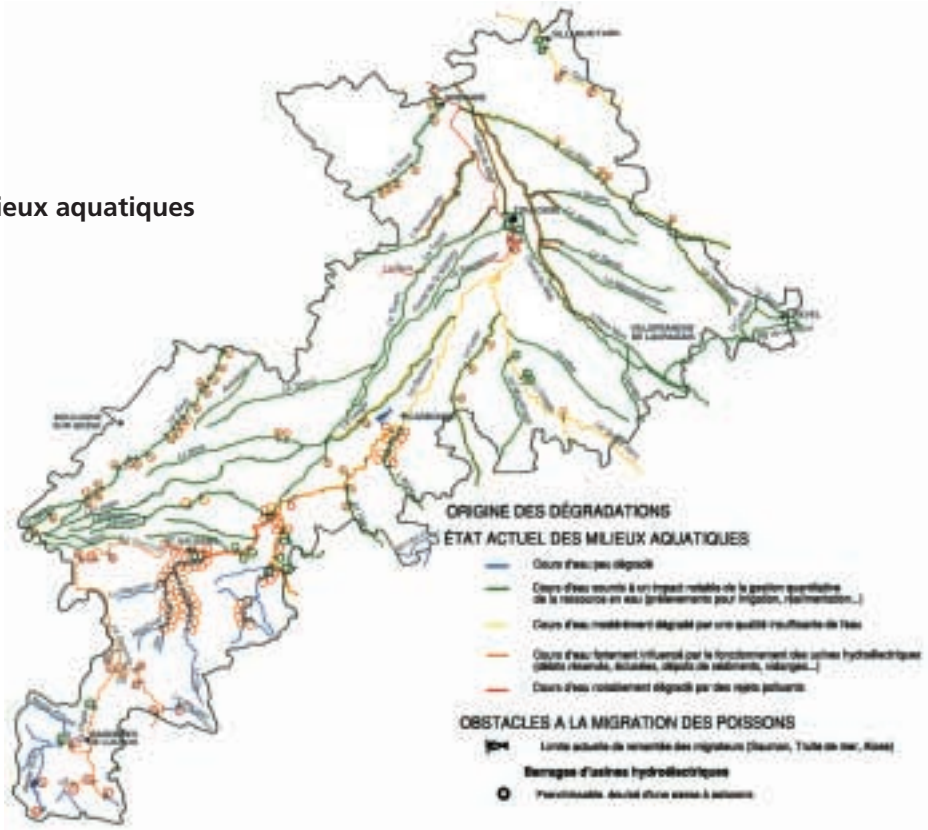
Données provenant du schéma départemental de vocation piscicole et halieutique de la Haute Garonne

Sources : Ministère de l'environnement, Fédération de pêche de Haute Garonne, DDAF 31, Conseil Général Haute Garonne, Agence de l'Eau Adour Garonne.

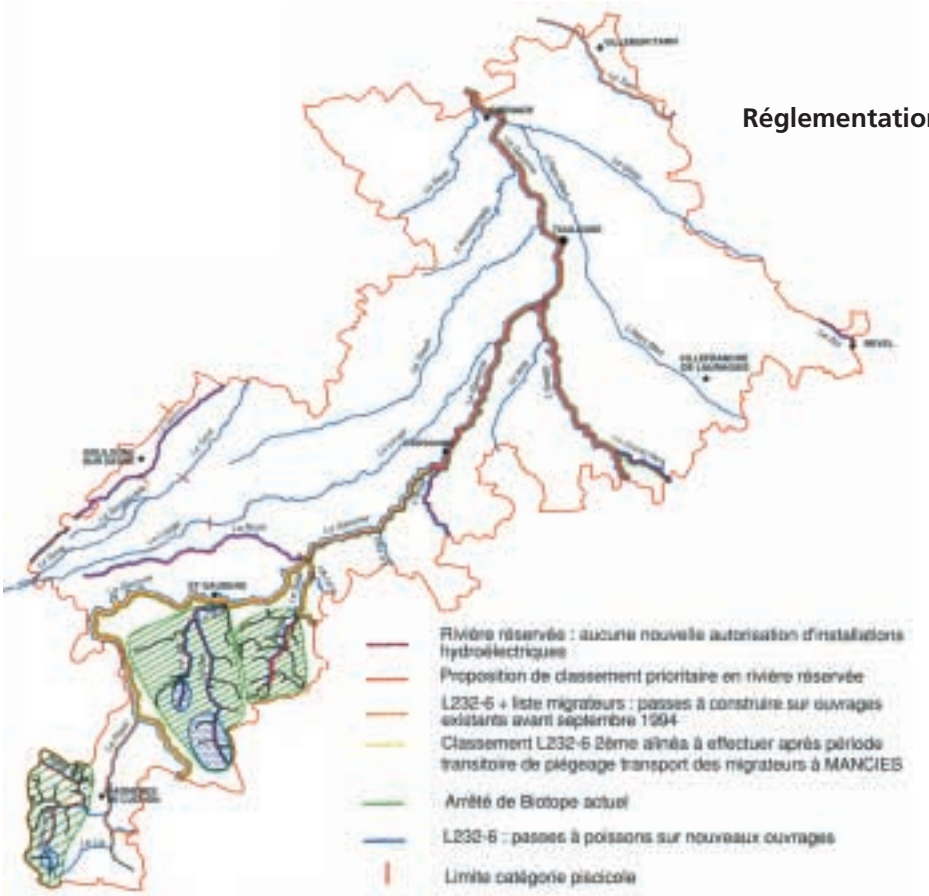
Peuplement piscicole



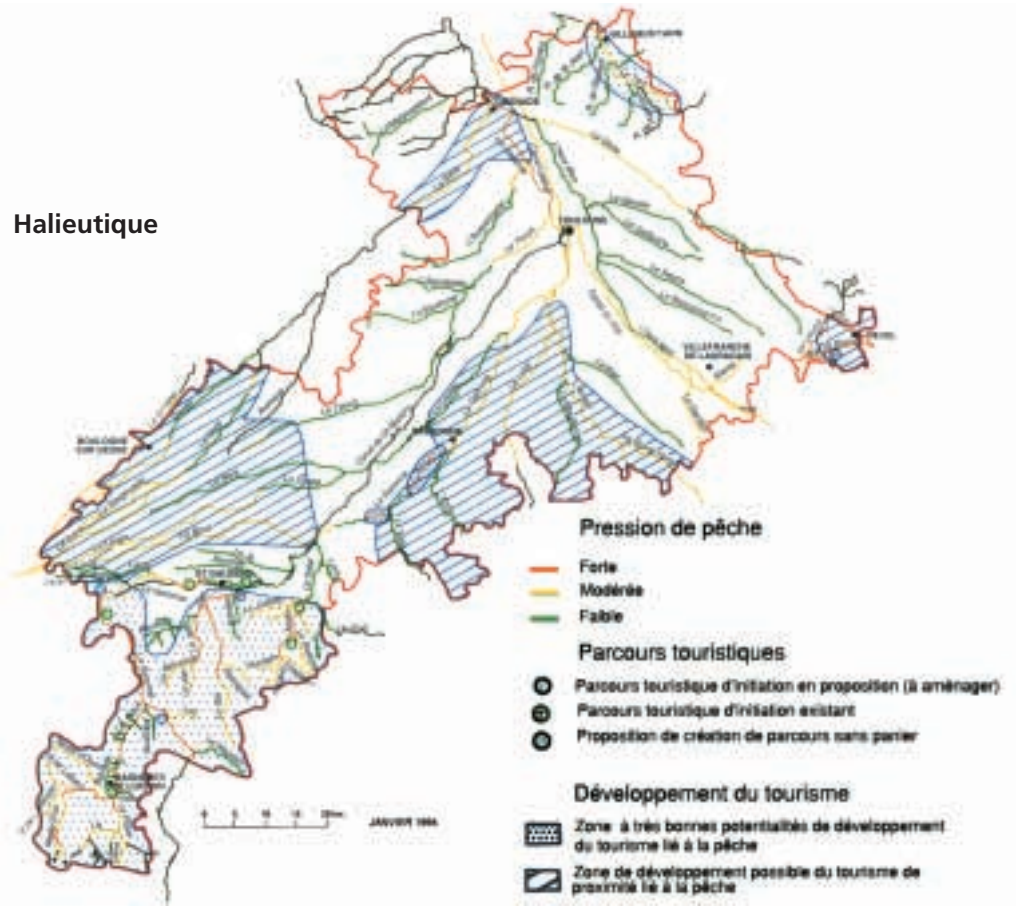
Milieux aquatiques



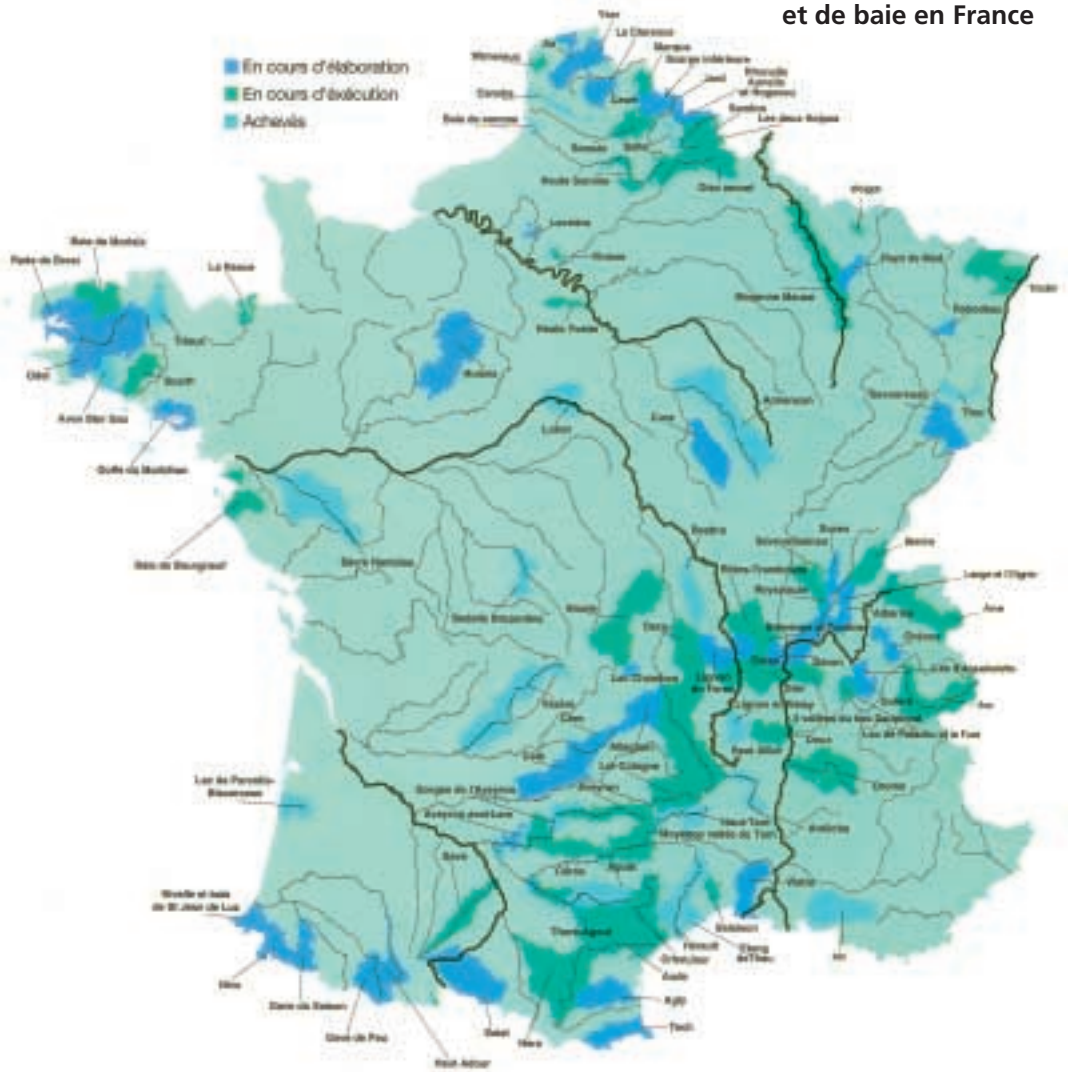
Réglementation, protection



Halieutique



Etat d'avancement des contrats de rivière et de baie en France



Source : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (1997).

Milieux aquatiques remarquables «Zones vertes»

Axes migrateurs prioritaires «Axes bleus»

Extrait du SDAGE Adour-Garonne (source : Le SDAGE Résumé, Comité de Bassin Adour-Garonne)

La bibliographie

Les données peuvent être très diverses :

- données provenant de laboratoires universitaires ou d'organismes de recherche développement (CEMAGREF par exemple),
- données collectées dans le cadre d'études réalisées par le CSP ou la Fédération départementale de Pêche concernée par l'aménagement,
- données provenant d'autres études d'impact,
- données via internet,
- cartes de végétation ...

Les études de terrain

L'étude d'impact d'un projet de PCH doit contenir une analyse hydrobiologique du cours d'eau impacté. Celle-ci comprend quatre campagnes réparties sur un cycle annuel avec une analyse physico-chimique (fiche 14), un inventaire de la faune et la macroflore aquatique, un inventaire piscicole (par pêche électrique). Les points d'analyse doivent être représentatifs du cours d'eau étudié.

D'autre part, cette étude doit recenser des données telles que les frayères, les obstacles migratoires, etc.

Les différents prélèvements de faune de macroinvertébrés aquatiques réalisés permettent de connaître la richesse, la diversité du peuplement et d'établir l'indice biologique global normalisé (IBGN).

ANALYSE HYDROBIOLOGIQUE; SCHÉMA TYPE POUR RÉALISER UNE ÉTUDE D'IMPACT

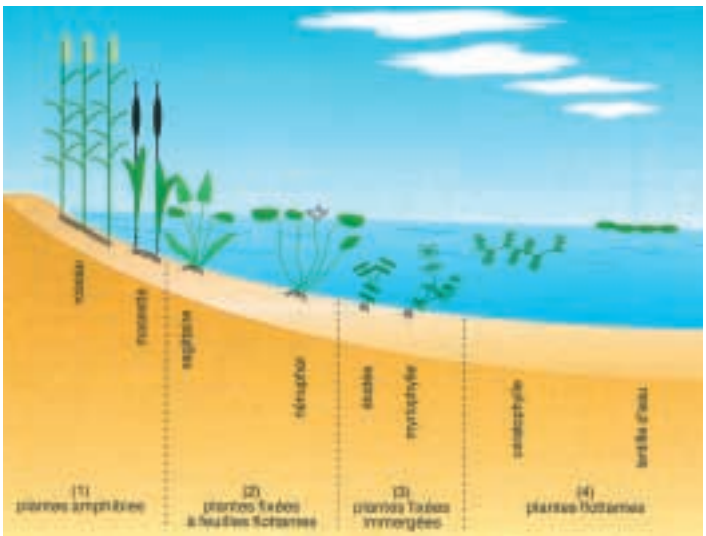
	CAMPAGNE 1 (printemps)	**CAMPAGNE 2** (été)	**CAMPAGNE 3** (automne)	**CAMPAGNE 4** (hiver)
Physico-chimie de l'eau	X	X	X	X
Macroinvertébrés aquatiques (IBGN)	X	X	X	X
Macroflore	X (ou)	X		
Inventaire piscicole	X (ou)	X		

Ces mesures sont réalisées sur plusieurs stations (en amont de la future prise d'eau, au niveau du tronçon court-circuité, en aval du projet). Pour une notice d'impact, le nombre de campagnes est ramené à 2.

L'analyse des impacts sur le milieu naturel

Notions d'écologie

Les espèces végétales et animales d'un cours d'eau se répartissent en fonction de facteurs écologiques tels que la vitesse du courant, la nature du fond, la température, la concentration en oxygène, la composition chimique des eaux.
La modification d'un ou plusieurs de ces facteurs écologiques du cours d'eau par l'aménagement peut entraîner une évolution des écosystèmes aquatiques.



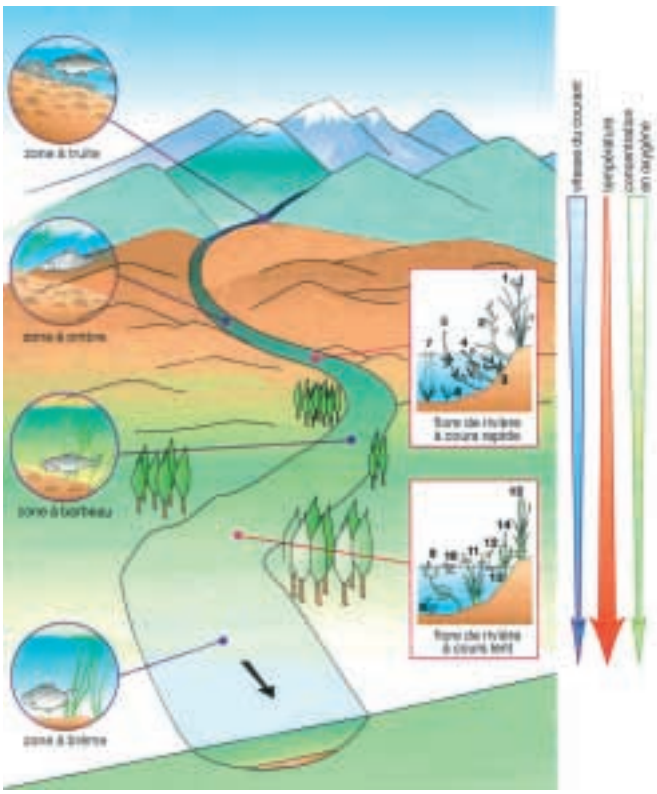
Répartition d'espèces végétales dans un plan en fonction de la profondeur

(Une modification du profil des berges, en créant par exemple des berges à pente abrupte, risque d'entraîner la disparition de la ceinture végétale de roseaux et de massettes)

extrait de «L'environnement», Repères pratiques, Nathan

Répartition d'espèces végétales et animales le long d'un fleuve ou d'une rivière

extrait de «L'environnement», Repères pratiques, Nathan



1 - Rubanier rameux
2 - Glycérie flottante
3 - Élodée du Canada
4 - Renoncule flottante
5 - Myriophylle à feuilles alternées
6 - Fontinale (mousse)
7 - Valisnérie
8 - Chara
9 - Renouée amphibie
10 - Faux nénuphar
11 - Sagittaire
12 - Utriculaire
13 - Lentille à plusieurs racines
14 - Patience d'eau
15 - Carex raide

L'écologie est la science qui étudie les rapports entre les êtres vivants et leur milieu. Cette science s'est largement inspirée de l'approche systémique (cf. fiche 13), avec notamment la notion d'écosystème.

Impacts sur les écosystèmes aquatiques, débit réservé

À partir du constat sur l'état initial de l'environnement, sur l'écologie des espèces présentes, l'environnementaliste devra déterminer les évolutions prévisibles des écosystèmes aquatiques. Les effets peuvent être très divers :

- diminution de la dérive des invertébrés et modification des conditions de circulation du poisson au niveau du barrage (problème de la reproduction des salmonidés),
- évolution de la qualité des eaux par diminution du pouvoir auto épurateur,
- mortalité des juvéniles au passage dans les turbines au cours de la dévalaison,
- modification de la capacité du milieu à assurer la reproduction et le grossissement des poissons,
- disparition des frayères par noyage dans la retenue,
- modification de la flore, du plancton, du benthos et de la faune piscicole dans la partie court-circuitée,
- appauvrissement du milieu en aval du barrage en cas d'éclusées (impossibilité pour certaines espèces de s'adapter aux variations soudaines de courant).

Parmi les impacts des aménagements hydrauliques sur la vie aquatique, ce sont ceux dus à la réduction du débit qui sont sans doute les plus étudiés et les plus importants.

Pour mieux connaître ces effets, il était nécessaire de développer des outils permettant de les prévoir, de les estimer, de les quantifier et de fixer éventuellement des limites à la réduction de débit. C'est l'objectif que se fixe la méthode des microhabitats présentée dans l'encadré.

En effet la loi Pêche de 1984 fixe une valeur minimale au débit réservé (le dixième du module) et définit comme objectif le maintien des conditions permettant la vie, la circulation et la reproduction des espèces qui peuplent les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage. En définitive, la loi prévoit bien une valeur minimale mais l'autorité compétente peut demander une valeur supérieure à ce seuil, si cela se justifie.

Soulignons qu'il existe actuellement des méthodes complémentaires à celle des microhabitats, prenant en compte d'autres facteurs :

- les méthodes hydrologiques (signification biologique du débit caractéristique d'étiage),
- les méthodes avec d'autres bio-indicateurs (en utilisant par exemple l'IBGN),
- les méthodes avec modélisation des paramètres physico-chimiques (systèmes experts,
- les méthodes multicritères.

LA MÉTHODE DES MICROHABITATS

La méthode des microhabitats a pour but de prévoir les effets d'une réduction de débit sur l'habitat potentiel des poissons. Elle définit une capacité d'accueil pour chaque débit, exprimée sous forme de surface potentiellement utilisable par les organismes.

Elle nécessite la connaissance des variables morphologiques du cours d'eau pour différents débits et les relations de ces variables avec les exigences de certaines espèces de poissons à différents stades de leur vie.

Cette méthode, initiée aux Etats-Unis, a été développée en France par la Direction des Etudes de Recherches d'EDF et par le Laboratoire d'Hydroécologie Quantitative du CEMAGREF de Lyon.

Elle bénéficie d'un solide retour d'expérience grâce à des validations biologiques dans plusieurs types de cours d'eau français. Elle s'applique préférentiellement aux cours d'eau salmonicoles car les « fonctions de préférences » n'ont pu être validées que pour les salmonidés et dans les cours d'eau non perturbés. Il s'agit notamment de rivières à pente de 2 à 50 ‰, de largeur inférieure à 20 mètres, de module inférieur à 30 m^3/s et de température estivale inférieure à 20°C.

Cette méthode, même si elle est encore jugée insuffisante par certains experts, constitue cependant un outil d'aide à la décision précieux pour le choix d'un débit réservé. Elle permet de faire des prévisions d'évolution de l'habitat potentiel pour différentes valeurs de débits qui peuvent ainsi être rapprochées des prévisions de pertes énergétiques correspondantes. Elle peut être utilisée très en amont dans l'expertise. En aucun cas elle ne remplace, ni ne supprime les échantillonnages biologiques. Elle ne doit cependant pas faire oublier l'étude des autres compartiments de l'hydrosystème.

Elle est d'application difficile, et suit un protocole précis; aussi doit-elle être mise en œuvre par des spécialistes.

Des développements sont actuellement en cours pour étendre la méthode au cortège d'espèces des cours d'eau plus aval. Des courbes de préférence d'habitat ont notamment été développées pour 25 espèces de poissons peuplant ces zones.

Procédure de mise en œuvre de la méthode

Reconnaissance de la rivière

↓

Segmentation de la rivière en faciès et choix des faciès représentatifs

↓

Mesure des caractéristiques morphodynamiques des faciès représentatifs, pour différents débits

↓

Modélisation et calcul des indicateurs de qualité d'habitat piscicole

↓

Interprétation en vue d'argumenter le choix du débit réservé

Impacts sur les écosystèmes terrestres

Les impacts à analyser sont multiples :
- déboisement nécessaire à une piste d'accès ou à une ligne d'évacuation de l'énergie,
- disparition de peuplements végétaux par noyage sous la retenue,
- évolution des écosystèmes terrestres liée à la modification d'une éventuelle nappe phréatique,
- impact sur une aire de nidification de rapaces,
- etc.

Il est important d'analyser les impacts de la globalité du projet et pas seulement la partie « tronçon court-circuité ». Les accès, la ligne électrique d'évacuation de l'énergie, les parties amont et aval du cours d'eau sont à prendre en compte dans l'analyse environnementale.

L'élaboration des mesures réductrices et compensatoires

Les passes à poissons sont des ouvrages visant à réduire l'impact lié à l'obstacle que constitue l'ouvrage de prise pour les poissons migrateurs.
Il est indispensable de prévoir, dès la conception du projet, un système d'échelles ou passes à poissons tenant compte des caractéristiques hydrauliques de la rivière et des caractéristiques biologiques des espèces migratrices présentes.

LES POISSONS MIGRATEURS

On distingue deux grands groupes d'espèces migratrices :

- Les migrateurs holobiotiques réalisent leur cycle biologique entièrement en eau douce : les zones de reproduction et les zones de grossissement sont plus ou moins éloignées.
- Les migrateurs amphibiotiques doivent obligatoirement changer de milieu au cours de leur cycle, qui se déroule pour partie en eau douce et pour partie en mer, avec des trajets entre zones de reproduction et zones de grossissement pouvant atteindre plusieurs milliers de kilomètres.

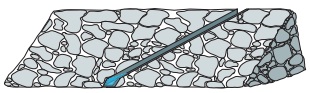
Chez les migrateurs amphibiotiques, on distingue à nouveau deux groupes :

- Les migrateurs potamotoques (saumon, alose, lamproie, esturgeon), dont la reproduction a lieu en eau douce et la phase de grossissement en milieu marin. La migration continentale est une migration de reproduction.
- Les migrateurs thalassotoques (anguille), pour lesquels le schéma est inverse. La migration continentale correspond à une nécessité trophique.

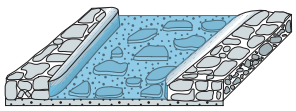
TYPES DE PASSES À POISSSONS

Passes en écharpe et en entennoir : rigoles juxtaposées à l'ouvrage, d'une pente de 10 à 20 % et d'une longueur inférieure à 20 m. Dans le cas d'une lame d'eau déversante insuffisante, une échancrure alimente la passe à poissons.

Passe en écharpe

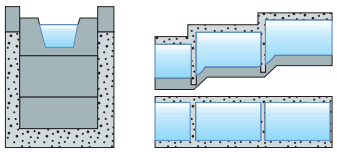


Passe en entennoir

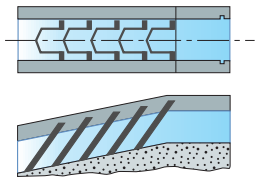


Passes rustiques : chenaux latéraux, d'une pente inférieure à 5% et dont le fond de galets simule un écoulement torrentiel. Elles nécessitent un espace et un débit importants.

Passes à bassins successifs : écoulement assuré par deversoirs et cascades



Passes à ralentisseurs : canal à pente prononcée (10 à 20%) et faible encombrement. Des lames disposées au fond et sur les parois latérales dissipent l'énergie. Conception peu onéreuse adaptée à des ouvrages de 2 à 10 m.



Dispositifs mixtes : pour canoë-kayaks (glissières) ou petites embarcations.

Les mesures réductrices ou compensatoires sont à étudier au cas par cas. Citons notamment :
- les installations de grilles à l'entrée du canal d'amenée,
- les installations de grilles, de déflecteurs à l'extrémité aval du canal de fuite,
- la création de frayères artificielles,
- etc.

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **Le milieu biologique, et notamment la faune piscicole, constitue bien souvent l'un des enjeux majeurs de l'étude d'impact. Ce thème sera abordé avec beaucoup de soins.**
- **Le recueil des données s'effectue à partir d'une consultation des services de l'Etat, une analyse bibliographique et une étude hydrobiologique de terrain.**
- **Cette dernière étude comprend quatre campagnes réparties sur un cycle annuel. Sont analysées la physico-chimie des eaux, la faune et flore aquatique, la faune piscicole.**
- **Parmi les impacts à analyser, le calcul du débit réservé représente un point clef de l'étude. Celui-ci ne peut être inférieur au 1/10 du module.**
- **Les passes à poissons doivent être dimensionnées dès la conception du projet, en même temps que le barrage lui-même. Elles doivent être adaptées aux types d'espèces migratrices présentes dans le cours d'eau.**

FICHE N° 16

LE MILIEU HUMAIN

Les questions abordées dans la fiche «milieu humain» sont très diverses. Elles concernent les données d'urbanisme, les aspects socio-économiques, l'habitat et le bruit, les paysages.

D'après la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie de 1996, tous les projets doivent faire l'objet, dans l'étude d'impact, d'une étude des effets sur la santé. Cette fiche abordera également cette question.

En définitive, cette fiche présentera successivement :
- le recueil des données sur le milieu humain,
- l'analyse des impacts sur le milieu humain,
- les mesures réductrices ou compensatoires relatives au milieu humain,
- le chapitre sur la santé.

Le recueil des données sur le milieu humain

Sous thème	Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Données d'urbanisme	• Dans le POS ou le PLU, il est important d'extraire : - le zonage des parcelles concernées par l'aménagement, - le règlement des zones concernées, - le plan des servitudes. • Autres documents d'urbanisme : - SCOT (schéma de cohérence territoriale), - Carte communale.	DDE (Direction Départementale de l'Equipement) Mairie

DU POS AU PLU, DES ÉVOLUTIONS RÉGLEMENTAIRES

Le règlement du PLU délimite des zones, qui doivent couvrir toute la commune, à l'exception des parties couvertes par un plan de sauvegarde et de mise en valeur. Il n'existe plus que quatre types de zones :
- les zones urbaines, zones U, sont inchangées,
- les zones à urbaniser,qui sont désormais appelées « zones AU », sont soumises aux même règles que les anciennes zones NA,
- les zones agricoles sont désormais appelées « zones A ». Les zones A (qui correspondent aux anciennes zones NC) regrouperont les secteurs de la commune à protéger en raison de la richesse des terres agricoles,
- les zones naturelles et forestières appelées « zones N », regroupent l'ensemble des secteurs naturels qui sont protégés de l'urbanisation. Elles diffèrent quelque peu des anciennes zones ND ; des constructions pourront y être autorisées dans des secteurs de taille et de capacité d'accueil limitées, à condition de na pas porter atteinte au caractère de la zone.

Les zones NB, qui permettaient une urbanisation inorganisée de secteurs naturels, sont supprimées. Les secteurs soumis à des risques naturels ou technologiques seront par ailleurs identifiés de façon particulière, quelle que soit la zone dans laquelle ils sont situés (de la même façon que les emplacements réservés ou les espaces boisés classés). Il en sera de même des secteurs à protéger en raison de la richesse du sous-sol.

Sous thème	Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Données socio-économiques	Données démographiques	INSEE
	Taux local d'imposition	Mairie
	Principales activités socio-économiques, principales infrastructures	DDE

Le montant de la taxe professionnelle perçue par une commune est fonction du taux local d'imposition et du chiffre d'affaires de l'aménagement hydroélectrique.

Les activités socio-économiques liées à l'existence du cours d'eau doivent être particulièrement étudiées :

- activités de loisirs : parcours de canoë kayak, parcours de pêche, randonnée, baignade, etc,
- agriculture nécessitant un système d'irrigation,
- industrie avec prélèvements d'eau.

Les infrastructures au droit du site peuvent engendrer des servitudes incompatibles avec l'aménagement projeté (par exemple une conduite de gaz enterrée).

A_2	**Dispositif d'irrigation.** Servitudes pour la pose de canalisations souterraines d'irrigation.	
A_5	**Canalisations d'eau et d'assainissement.** Servitudes pour la pose de canalisations publiques d'eau potable et d'assainissement.	
I_1	**Hydrocarbures liquides.** Servitudes concernant les hydrocarbures liquides ou liquéfiés sous pression.	
I_3	**Gaz.** Servitudes relatives à l'établissement des canalisations de distribution et de transport de gaz.	
I_4	**Electricité.** Servitudes relatives à l'établissement des canalisations électriques.	
I_5	**Produits chimiques.** Servitudes relatives aux canalisation de transport de produits chimiques.	
PT_3	**Télécommunications.** Servitudes relatives aux communications téléphoniques et télégraphiques.	

Codes et symboles utilisés pour différents types d'infrastructures dans les documents d'urbanisme

Sous thème	Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Habitat Nuisances sonores	Bâti (à vocation d'habitat, artisanal ou industriel) Habitat isolé Zones à urbanisation future	Enquête de terrain DDE (Direction Départementale de l'Equipement)

Les bruits générés par une PCH peuvent avoir plusieurs origines :

- bruit lié aux déversements du barrage,
- bruit dû aux vannes ou aux dégrilleurs,
- bruit dans les conduites forcées,
- bruit des turbines et alternateurs ...

Ces derniers sont souvent les plus perceptibles, mais ils peuvent être atténués (isolation phonique).

La construction d'une petite centrale hydraulique génère également des nuisances sonores liées aux engins de chantier et aux véhicules de transport.

Un bruit est un mélange de sons, d'intensités et de fréquences différentes. L'intensité acoustique est mesurée en décibels sur une échelle logarithmique. En effet, les grandeurs physiques usuelles ne rendent pas compte des sensations auditives de l'oreille. Quand pour la même source sonore, l'énergie acoustique est multipliée par 10, la sensation auditive n'est que doublée.

Niveau dB(A)	Possibilités de conversation	Sensation auditive	Bruits intérieurs	Bruits extérieurs	Bruits des véhicules
<35	A voix chuchotée	Calme	Appartement dans quartier tranquille		Bateau à voile
40	A voix normale	Assez calme	Bureau tranquille dans quartier calme		
45	A voix normale	Assez calme	Appartement normal	Bruits minimaux le jour dans la rue	
50	Assez forte	Bruits courants	Bureau collectif	Rue très tranquille	Intérieur d'automobile silencieuse
60	Assez forte	Bruits courants	Conversation normale	Rue résidentielle	Bateau à moteur
65	Assez forte	Bruyants mais supportables	Appartement bruyant		Intérieur d'automobile sur route
70	Forte	Bruyants mais supportables	Restaurant bruyant	Circulation importante	

La propagation du son suit un certain nombre de lois physiques. Pour une source de bruit ponctuelle et omnidirectionnelle, l'atténuation du bruit se fait selon une surface sphérique dont le centre est la source ponctuelle. Pour une surface de bruit linéaire, l'atténuation du bruit se fait selon une surface cylindrique ayant pour axe la source linéaire.

Sous thème	Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Patrimoine, paysage	Gisements archéologiques Monuments et sites protégés par la réglementation Caractéristiques paysagères	DRAC (Direction Régionale des Affaires Culturelles) SDAP (Service Départemental de l'Architecture et du Patrimoine) Service Régional de l'Archéologie

Les monuments historiques protégés peuvent être inscrits ou classés. Dans les deux cas, un périmètre de protection de 500 m est instauré autour du monument.

Les monuments ou sites protégés sont normalement mentionnés dans le plan de servitudes des POS ou PLU :

- servitude AC1 pour les monuments historiques,
- servitude AC2 pour les sites.

L'analyse paysagère doit permettre d'évaluer les caractéristiques visuelles de l'aire d'étude et les sensibilités paysagères du site.

QUELQUES CRITÈRES FRÉQUEMMENT UTILISÉS DANS UNE ANALYSE PAYSAGÈRE

La fréquentation des paysages : L'observateur qui est-il ? Selon le type d'observateur rencontré (l'habitant permanent ou saisonnier, l'automobiliste, le touriste, le randonneur) on aura une vision statique (l'habitant par exemple) ou une vision cinétique (l'automobiliste par exemple).

Les principales unités paysagères : Celles-ci se définissent notamment par rapport à la topographie, l'exposition, l'occupation des sols.

La reconnaissance sociale des paysages : Il s'agit de paysages reconnus soit parce qu'ils font l'objet de protections réglementaires, soit parce qu'ils sont mentionnés dans différents guides touristiques, soit parce qu'ils sont régulièrement fréquentés.

L'incidence des formes de relief : Celle-ci permet ensuite de délimiter les zones de visibilité et les zones occultées.

Les points d'appel visuel : Ils correspondent aux points vers lesquels le regard est attiré : une ligne de crête, une tour, un édifice particulier …

L'analyse paysagère doit être réalisée sur un périmètre élargi autour du site du projet.

L'analyse des impacts sur le milieu humain

Sous thème	Exemples d'impact à analyser
Données d'urbanisme	Il est nécessaire d'analyser la compatibilité du projet avec les documents d'urbanisme : - compatibilité par rapport au zonage du POS / PLU, - compatibilité par rapport au règlement des zones impactées, - compatibilité par rapport aux servitudes.
Données socio-économiques	L'étude d'impact doit mentionner : - les répercussions de l'aménagement sur l'emploi (emploi temporaire en phase travaux et emploi en phase exploitation de l'ouvrage), - les répercussions sur les finances locales par le biais notamment de la taxe professionnelle, - les répercussions sur les autres activités socio-économiques : tourisme, agriculture, industrie, - les répercussions sur les infrastructures et réseaux de transport existants.
Nuisances sonores	Les principaux textes réglementaires qui régissent les bruits de voisinage sont : - le décret n° 95-408 du 18 avril 1995, - la circulaire du 27 février 1996 relative à la lutte contre les bruits de voisinage, - la norme NFS 31-010 sur les conditions de mesurage. La réglementation des bruits de voisinage, et donc des aménagements hydroélectriques, s'appuie sur la notion d'émergence. "L'émergence est définie comme la différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier en cause, et celui du bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs ou intérieurs, dans un lieu donné, correspondant à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement normal des équipements". Les valeurs admises de l'émergence sont au maximum de 5 dB (A) en période diurne (de 7 h à 22 h) et de 3 dB (A) en période nocturne (de 22 h à 7 h). Il est à noter que le code de la santé publique ne considère pas les bruits faibles inférieurs à 30 dB (A), bruit de l'installation comprise. Etant donné que les aménagements hydroélectriques peuvent fonctionner aussi bien de nuit que de jour, c'est la valeur en période nocturne la plus contraignante, à savoir 3 dB (A) d'émergence entre 22 h et 7 h.

Sous thème	Exemples d'impact à analyser
Patrimoine et paysage	Les impacts paysagers sont principalement liés : - à la présence d'une conduite forcée, - au bâtiment comprenant les équipements de la PCH, - à la ligne d'évacuation de l'énergie, - aux voies d'accès. Pour les aménagements hydroélectriques les plus importants, d'autres impacts paysagers peuvent apparaître : zone de marnage, lit dénoyé, plan d'eau insolite, etc. Les impacts paysagers seront d'autant plus importants que l'analyse paysagère a fait ressortir des secteurs à forte sensibilité : - zone touristique, - paysage reconnu socialement, - paysage fortement perceptible, - paysage protégé par une réglementation (monument ou site inscrit ou classé par exemple), - etc . La mise en place d'une conduite forcée ou d'une ligne électrique enterrée peut révéler des gisements archéologiques. Le pétitionnaire du projet est assujetti à la loi du 27 septembre 1941 portant réglementation des fouilles archéologiques et à la loi du 17 janvier 2001 sur l'archéologie préventive.

LE CAS DU RENOUVELLEMENT D'UNE AUTORISATION OU D'UNE CONCESSION

L'étude d'impact pour un aménagement existant ne se conduit pas de la même manière qu'un projet neuf, pour certains thèmes environnementaux.

Pour l'analyse du paysage par exemple, il n'est pas demandé de concevoir l'état initial de l'environnement « avant aménagement », mais l'état actuel de l'environnement « avec aménagement ».

En conséquence le dossier d'étude d'impact peut se structurer, pour les chapitres principaux, de la manière suivante :

- l'aménagement et son environnement,
- les raisons du choix de la poursuite de l'exploitation,
- les mesures réductrices ou compensatoires.

Les mesures réductrices ou compensatoires relatives au milieu humain

Citons quelques exemples de mesures visant à réduire ou compenser les impacts sur le milieu humain :

- remise en état de la voirie et des installations publiques (réseaux) éventuellement dégradées par la circulation induite par les travaux,
- contrôle de la circulation automobile aux abords du chantier, obligation pour les poids lourds d'utiliser des itinéraires précis,
- contrôle du niveau sonore du chantier (circulation des engins), de ses voies d'accès (transports routiers) et des éventuels tirs de mine,
- interdiction du travail de nuit, utilisation d'engins équipés de silencieux efficaces,
- réaménagement des sites dégradés ou modifiés par les travaux : zones d'emprunt de matériaux, zones de remblais, démantèlement de constructions provisoires,
- limitation de l'amplitude des éclusées pour éviter la formation d'une bande dénudée en bordure de la retenue,
- choix du tracé le plus discret pour les lignes d'évacuation de l'énergie, les canaux d'amenée et de fuite, les conduites forcées, les voies d'accès, les abords,
- enfouissement de certains éléments des installations (conduite forcée ou ligne électrique par exemple),
- choix de l'architecture des bâtiments, des supports de la ligne électrique,
- installation d'une passe à canoë-kayak.

LES GLISSIÈRES ET PASSES À CANOËS

Cadre juridique

- La loi sur l'eau n° 92-3 du 3 janvier 1992 (article 2) a reconnu parmi les usages légitimes, dont «les intérêts doivent être satisfaits ou conciliés» les loisirs et sports nautiques.
- Les décrets édictés en vue de son application et concernant les ouvrages et travaux à réaliser font référence à la nécessité de respecter «les éléments mentionnés à l'article 2 de la loi», notamment «les loisirs et sports nautiques».

Types d'aménagement

Cinq types d'aménagement peuvent être envisagés :

- le bras de contournement ou de franchissement,
- la passe à ralentisseurs de fond en bois,
- le pré-barrage,
- les bassins successifs,
- la glissière.

Certains de ces aménagements sont utilisables par la faune piscicole.

Le chapitre sur la santé

Ce chapitre constitue un prolongement de l'analyse des effets du projet sur l'environnement, qu'il traduit en termes de risques sanitaires.
En effet la problématique « PCH-santé » se situe à deux niveaux de perception :
- à l'échelle nationale, l'énergie hydraulique en tant qu'énergie renouvelable présente principalement des effets positifs sur la santé ; elle permet d'éviter notamment l'utilisation de combustibles fossiles responsables de la majorité de la pollution atmosphérique de notre planète,
- à l'échelle locale, une PCH peut générer des effets négatifs limités (bruit par exemple).

Ces effets sur la santé, essentiellement positifs, doivent donc être présentés dans l'étude d'impact.

L'intérêt d'une PCH vis-à-vis de la pollution de l'air

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **Le thème « milieu humain » intègre des aspects très divers : données d'urbanisme, aspects socio-économiques, bruit, paysage, santé.**
- **Le projet doit être compatible avec les documents d'urbanisme en cours, POS, PLU ou carte communale.**
- **Les répercussions sur les finances locales, sur l'emploi, sur l'activité socio-économique, doivent être analysés dans l'étude d'impact.**
- **La réglementation des bruits de voisinage intéresse les aménagements hydroélectriques. Les valeurs admises de l'émergence sont au maximum de 3 dB (A) en période nocturne.**
- **L'enfouissement de certains éléments des installations (conduite forcée par exemple) constitue bien souvent la mesure réductrice la plus adaptée aux contraintes paysagères.**
- **Les effets sanitaires doivent être évalués à l'échelle globale (absence de pollution de l'air, de l'eau ...) et à l'échelle locale (bruit, risque d'accident ...). Ils sont principalement positifs.**

FICHE N° 17

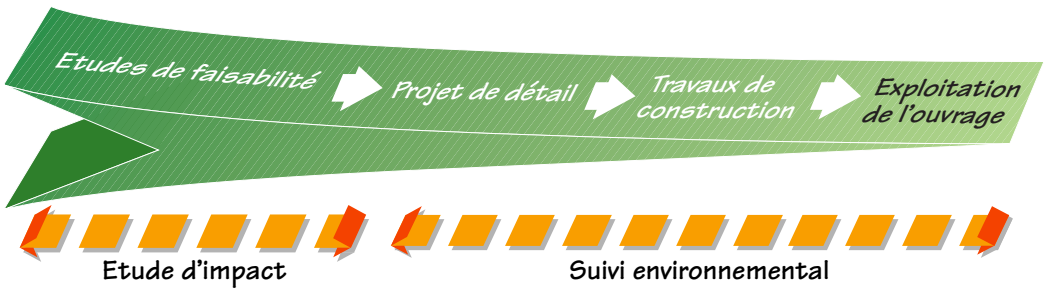
LE SUIVI DE L'ENVIRONNEMENT

La prise en compte de l'environnement dans un aménagement hydroélectrique se situe essentiellement, aujourd'hui, au stade des études de faisabilité et de la demande d'autorisation (avant-projet sommaire). Elle se concrétise par la réalisation de l'étude d'impact.

Néanmoins, dans une démarche qualité, il est important de s'assurer de la continuité de la prise en compte de l'environnement, de la conception du projet à l'exploitation de l'ouvrage.

Plusieurs producteurs autonomes cherchent aujourd'hui à mettre en place une démarche de certification ou de labellisation environnementale. Cette démarche permet en outre aux producteurs de communiquer, dans une totale transparence, leurs performances environnementales.

Cette fiche présentera successivement :
- le suivi environnemental en phase travaux,
- le suivi environnemental en phase exploitation de l'ouvrage,
- la démarche de certification ISO 14001,
- le code de bonnes pratiques environnementales.



Le suivi environnemental en phase travaux

Pour le législateur, les mesures réductrices ou compensatoires mentionnées dans l'étude d'impact doivent être suffisamment précises pour juger de leur faisabilité effective et engager la responsabilité du promoteur.
Rappelons de plus que ces mesures doivent être évaluées financièrement dans l'étude d'impact.

Le suivi environnemental en phase travaux peut être décomposé en deux phases principales :

- à la phase projet de détail et consultation des entreprises, les mesures environnementales sont affinées ; elles sont la traduction et la concrétisation des mesures évoquées dans l'étude d'impact. Celles-ci sont ensuite intégrées dans les dossiers d'appels d'offres aux entreprises (par exemple le plan détaillé, avec les cotes, d'une passe à poissons ou d'une glissière à canoë-kayak),
- à la phase chantier, le promoteur suit les différentes opérations et contrôle les exigences environnementales. Il peut éventuellement adapter ou proposer de nouvelles actions en faveur de l'environnement.

Rappelons que la procédure administrative d'instruction d'une demande d'autorisation (cf. fiche 5) comprend un procès verbal de récolement des travaux.

Le suivi environnemental en phase exploitation de l'ouvrage

De multiples raisons peuvent amener le maître d'ouvrage à suivre l'environnement de l'aménagement en phase exploitation :
- maîtrise des niveaux sonores,
- délivrance du débit réservé,
- fonctionnement d'une échelle à poissons ou d'une passe à canoë-kayak,
- respect d'autres exigences réglementaires,
- utilisation d'huiles biodégradables,
- programmation d'une chasse,
- programmation d'une vidange ...

En phase exploitation comme en phase conception de l'ouvrage, la prise en compte de l'environnement doit se faire au même titre que les considérations techniques, économiques ou financières.

CHASSES ET VIDANGES

La circulaire du 9 novembre 1993 précise la distinction qu'il convient d'opérer entre les vidanges et les chasses d'une retenue :
- la vidange d'un plan d'eau a pour objectif d'effectuer soit une visite de l'ouvrage pour vérifier que toutes les conditions de sécurité sont bien respectées, soit des travaux d'entretien ou de grosses réparations de l'ouvrage. Elle doit éviter au maximum le déstockage de matériaux.
- Les chasses sont effectuées en vue d'évacuer des matériaux accumulés en amont des barrages et minimiser les risques d'entraînement des matériaux lors des vidanges. Elles sont effectuées en période de hautes eaux soit lors de crues naturelles, soit par lâchures depuis les retenues situées en amont.

Au plan réglementaire, les vidanges de barrage doivent faire l'objet d'une autorisation loi sur l'eau accordée après enquête publique :
- valable 2 ans pour les barrages de plus de 10 m de hauteur ou 5 millions de m^3,
- valable 30 ans pour les autres barrages.

Les chasses ou vidanges en période de crue sont autorisées par arrêté préfectoral après consultation des services de l'Etat et avis du Conseil Départemental d'Hygiène, sans enquête publique.

Dans tous les cas, lorsque l'arrêté préfectoral d'autorisation prévoit les conditions de vidange ou de chasse, le règlement d'eau des usines hydroélectriques vaut autorisation pour l'ensemble de ces opérations. Pour les autorisations nouvelles, les procédures de chasse et de vidange doivent être décrites dans le document d'incidences et consignées ou annexées au règlement d'eau.

La démarche de certification ISO 14001

Sous l'impulsion du GPAE (Groupement des Producteurs Autonomes d'Énergie Hydroélectrique, cf. fiche 4) plusieurs producteurs du Sud Ouest et du Massif Central ont entrepris une démarche volontaire de certification environnementale, selon la norme internationale ISO 14001.

La certification ISO 14001 « environnement »

«L'objectif global de la norme ISO 14001 est d'équilibrer la protection de l'environnement et la prévention de la pollution avec les besoins socio-économiques. Elle prescrit les exigences d'un Système de Management Environnemental (SME), qui permet à un organisme d'établir et d'évaluer l'efficacité des procédures destinées à arrêter une politique et des objectifs environnementaux, de s'y conformer et de démontrer cette conformité à autrui.» Ces phrases figurent dans l'introduction de la norme ISO 14001.

Pour une petite centrale hydroélectrique, la démarche consiste à :
- réaliser une analyse environnementale de la PCH : contexte réglementaire, état des lieux, impacts environnementaux,
- définir ensuite une politique environnementale et un SME visant à définir les performances environnementales à atteindre et à mettre en place les moyens nécessaires pour atteindre les objectifs,
- à mettre en œuvre ce SME et assurer un contrôle en continu.

Un audit de certification est ensuite réalisé par un auditeur appartenant à un organisme certificateur indépendant.
Ce travail de groupe, dans le cadre du GPAE, est réalisé avec plusieurs partenaires : la Chambre de Commerce et d'Industrie de Midi Pyrénées, l'ADEME Midi Pyrénées, EDF, le CETE APAVE Sud.

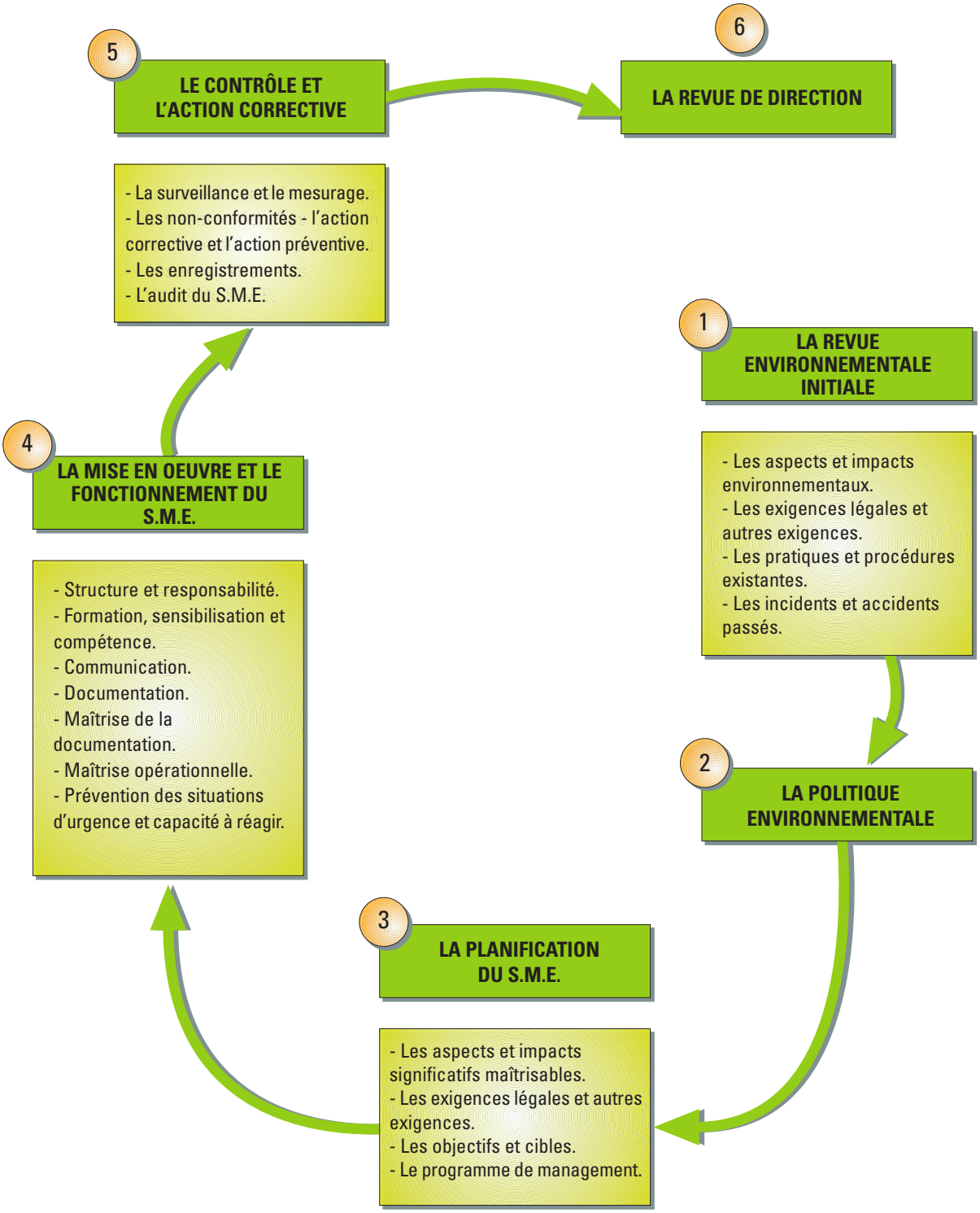
L'intérêt de la démarche

Les intérêts sont multiples :
- formaliser la gestion environnementale et l'améliorer,
- s'affirmer comme industriel responsable,
- réaffirmer les impacts environnementaux positifs de la petite hydroélectricité,
- afficher sa volonté de respecter et préserver l'environnement,
- communiquer et s'engager dans une démarche de gestion environnementale transparente.

LA CERTIFICATION DES GEH (groupes d'exploitation hydraulique) D'EDF

EDF met en place actuellement une certification ISO 14001 pour l'ensemble du parc de centrales hydroélectriques. Cette démarche devrait aboutir d'ici 2004.

LE PRINCIPE D'AMÉLIORATION CONTINUE DES PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES



(extrait de l'article d'A. PENALBA CERUTTI, HIDROENERGIA 2002, schéma CETE APAVE SUD)

Le code de bonnes pratiques environnementales

Le syndicat de producteurs autonomes EAF (Electricité Autonome Français) a adopté une démarche différente de la norme ISO 14001.

Ce syndicat considère que la réglementation sur l'environnement des PCH est précise ; il s'agit de la faire connaître et donner des recommandations assez simples de mise en œuvre.

En définitive, la démarche d'EAF repose sur un code de bonnes pratiques. Celui-ci comprend les parties suivantes :

- la période avant travaux,
- la période d'exploitation :

I La qualité des eaux, pollutions, vidanges
II Le régime des eaux
III La protection des écosystèmes aquatiques (débit réservé, dispositif de passage des poissons, protection des frayères)
IV Entretien des cours d'eau
V Le bon voisinage
VI L'environnement paysager
VII La sécurité et la protection des tiers

Chaque partie présente successivement le contexte ou la réglementation, l'application pratique, les bonnes pratiques. A titre d'exemple, l'encadré ci-après présente la sécurité et la protection des tiers.

EXTRAIT DU CODE DES BONNES PRATIQUES
(Fédération EAF, 13 pages)

VII – LA SECURITE ET PROTECTION DES TIERS

Comme tout outil industriel, une installation hydroélectrique peut être une source de danger potentiel qu'il convient de maîtriser.

Application pratique

L'exploitant doit :

- Informer des risques liés à l'eau (noyade), et à l'électricité par des panneaux signalétiques.
- Protéger les secteurs sensibles (usines, barrage, prise d'eau conduite, canaux ..).
- Entretenir régulièrement les ouvrages (seuils, canaux, conduites, lignes électriques).
- Faciliter le franchissement des seuils et des barrages aux canoéistes.
- Former le personnel permanent et / ou temporaire.

Bonnes pratiques

- Installer des panneaux de signalisation informant des risques liés aux ouvrages et à leur exploitation.
- Faciliter l'aménagement des aires d'embarquement / débarquement et des chemins de rive pour permettre le franchissement du barrage à pied par les pratiquants de canoë-kayak.

Panneau de sécurité pour les personnes

Départ en 20 000 volts avec parafoudres

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **La prise en compte de l'environnement dans un projet ne s'arrête pas à la réalisation de l'étude d'impact. Celle-ci doit se poursuivre en continu, en phase travaux, puis en phase exploitation.**

- **Sous l'impulsion du syndicat de producteurs autonomes GPAE, plusieurs propriétaires de PCH ont entrepris une démarche volontaire de certification environnementale selon la norme internationale ISO 14001.**

- **La démarche du syndicat EAF est différente ; elle repose sur l'élaboration d'un code de bonnes pratiques. Celui-ci prend en compte les différentes composantes de l'environnement d'une PCH.**

FICHE N° 18

LE COUT D'INSTALLATION D'UNE PETITE CENTRALE HYDROELECTRIQUE

La faisabilité financière d'un projet de petite centrale hydroélectrique est liée :
- au budget d'investissement, représenté par le coût des études et le coût de la construction,
- aux recettes attendues de l'exploitation en fonction de la production et des modalités de vente,
- aux coûts d'exploitation,
- au type de financement retenu.

Cette fiche traite principalement du budget d'investissement et du type de financement.

Un projet de PCH peut consister à rénover un ouvrage existant, ou rechercher un nouveau site. Les fiches du guide relatives aux études financières traitent principalement de la seconde hypothèse, à savoir le projet d'une nouvelle PCH.

En définitive, cette fiche présente :
- le coût des études,
- le coût de la construction,
- les sources de financement.

Le coût des études

Pour un dossier de demande d'autorisation, le prix des études préliminaires oscille le plus souvent entre 10 000 € (demande simplifiée avec notice d'impact) et 30 000 € (demande avec étude d'impact). Pour les projets soumis au régime de la concession, d'une puissance supérieure à 4500 kW, le montant des études peut être largement supérieur.

Le coût des études comprend :

- les études techniques, avec notamment les études hydrauliques et géotechniques,
- les études d'environnement, avec notamment les études hydrobiologiques et l'étude d'impact,
- les études économiques et financières.

Différents organismes peuvent apporter un appui financier à ce stade du projet :

- l'ADEME (cf. fiche 4)
- le Conseil Général (aides réservées aux communes)
- le Conseil Régional ...

Signalons que le porteur du projet perd intégralement ce budget destiné aux études si la demande est rejetée. Il y a donc une notion de risque, qu'il est important de prendre en considération.

A la notion de risque s'ajoute la notion de délai. Les études et la procédure d'instruction du projet nécessitent au minimum deux ou trois années.

Quelques logiciels ont été développés pour l'analyse des potentialités hydroélectriques d'un site. Les plus connus sont PACHA, PEACH et PROPHETE (cf. fiche 3).

Le coût de la construction

On peut faire un triple constat sur l'investissement que représente une PCH :

- il nécessite des capitaux importants,
- il existe une forte variabilité dans les coûts de construction
- il est nécessaire de rechercher « l'optimisation économique »

Un investissement nécessitant d'importants capitaux

Même s'il est particulièrement difficile de définir le cas représentatif standard, il est admis que l'investissement, hors coûts de développement souvent onéreux, se situe dans une fourchette allant de 5 à 10 fois le chiffre d'affaires.

Cette fourchette approximative est valable aussi bien pour la création d'un aménagement neuf que pour le prix d'achat d'une centrale, auquel toutefois un abattement peut être appliqué pour tenir compte de son état réel.

Ainsi l'investissement financier s'amortit le plus souvent sur une durée de 10 à 20 ans. La lenteur du cycle investissement-amortissement peut être rédhibitoire pour des investisseurs privés si, en contrepartie, une tarification garantie sur le long terme n'est pas offerte (cf. fiche 19).

LA COMPARAISON D'UNE PCH À UN PARC ÉOLIEN *

On peut comparer les investissements nécessaires à la création d'un parc éolien et d'une PCH en les ramenant au prix du kW installé :

- le coût du kW éolien évolue dans une fourchette allant de 800 à 1500 € / kW,
- le coût du kW hydraulique évolue dans une fourchette allant de 1200 à 3000 € / kW.

Le nombre d'heures d'utilisation de la capacité installée d'un parc éolien se situe en moyenne à 2500 heures / an contre 3500 heures pour une PCH.

En définitive, le rapport du coût moyen du kW au nombre d'heures d'utilisation s'équilibre pour les 2 types d'aménagements.

* Données approximatives qui peuvent fortement varier selon la localisation des aménagements.

La grande variabilité des coûts dans le domaine de construction

Les équipements dans le domaine de la petite hydraulique peuvent être très variés :

- les installations sont extrêmement variées entre les centrales hautes, moyennes et basses chutes.
- les puissances peuvent varier de quelques kW à plusieurs MW
- les linéaires de conduite forcée, de pistes à créer, de ligne électrique à implanter peuvent également être très variables d'un site à l'autre.

Dans la plupart des cas, les investissements pour les nouveaux sites seront supérieurs aux investissements réalisés les décennies précédentes :

- une forte proportion des sites favorables aux PCH est déjà équipée,
- les mesures en faveur de l'environnement (passe à poissons par exemple) impliquent un effort financier supplémentaire,
- les coûts de raccordement au réseau électrique sont en progression constante.

LE COÛT D'UNE PASSE À POISSONS

Les échelles à poissons, ou autres dispositifs de franchissement, en dehors du débit qu'ils utilisent pour fonctionner, peuvent représenter un coût d'investissement important.

En considérant qu'il faut approximativement 15 000 € par mètre de dénivellation, le coût d'une échelle peut représenter de 5 à 20 % du coût global de l'aménagement hydroélectrique.

La notion « d'optimum économique »

Cette notion de meilleur compromis à trouver est représentée succinctement dans la fiche 9. Le porteur d'un projet doit envisager plusieurs variantes dans son projet.

Sans être exhaustif, les facteurs qui vont influencer le choix économique peuvent être :
- la topographie du site (par exemple, il peut être nécessaire de trouver la meilleure adéquation entre la hauteur de chute et le linéaire de conduite forcée),
- le mode d'exploitation de la PCH (par exemple, une production d'énergie en régime isolé n'induit pas les mêmes contraintes qu'une production évacuée sur le réseau),
- le prix d'achat du kWh (condition d'achat été / hiver, durée du contrat, régularité de la production ...).

L'optimum économique doit ensuite être confronté à « l'optimum environnemental » et à « l'optimum technique ». L'optimisation du projet doit tenir compte de ce triple impératif.

UNE MODÉLISATION DU COÛT DE CONSTRUCTION D'UNE PCH

(à partir de la revue Hydro – Energie, n°25, Mai 2002, article de R. CHENAL)

Le coût de la construction doit prendre en compte les différentes composantes de la PCH :

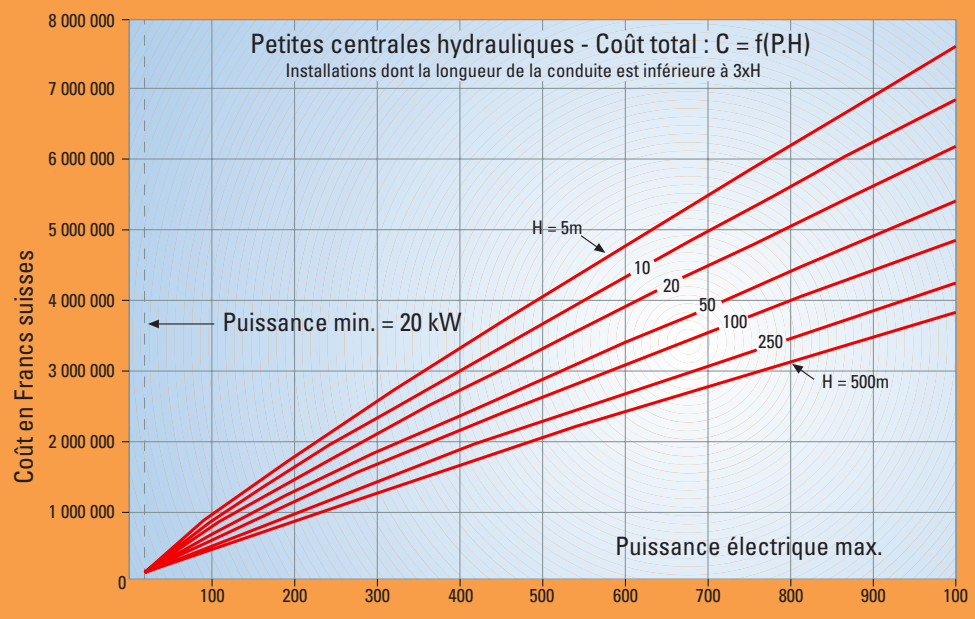
- le génie civil,
- les équipements de production, avec notamment la turbine et le générateur,
- les équipements électriques et le raccordement au réseau,
- la conduite forcée, etc .

Même si les coûts de construction sont très variables entre PCH, il est possible de faire une évaluation sommaire du coût global de l'installation à partir de la formule

$C = 10^3 (A + BP^C . H^D)$

C : coût de l'installation (pour une installation dont la longueur de la conduite forcée ne dépasse pas trois fois la hauteur de la chute nette H)
A, B, C, D : constantes calculées de façon empirique (avec un coût exprimé en franc suisse)
P : puissance électrique maximum de l'installation
H : hauteur de la chute nette

Cette formule s'applique principalement pour les PCH de 20 à 1000 kW et pour des hauteurs de chute nette variant de 5 à 600 m.
Pour une PCH dont la longueur de la conduite forcée est plus de 3 fois supérieure à la hauteur de chute, un coefficient de surcoût doit être appliqué.



Le coût d'installation du kW hydraulique en France oscille pour une PCH entre 1200 et 3000 € ; le coût moyen est évalué très grossièrement à 2000 €.

Les sources de financement

Les besoins de fonds sont fonction du planning d'étude et de réalisation du projet. Durant la phase de réalisation, les déblocages progressifs pour paiement d'acomptes entraînent des intérêts intercalaires qui doivent être pris en charge.

Le plan de financement devra cerner de manière précise le calendrier de mobilisation, ainsi que les risques de variation en montant et en échéance, pouvant intervenir lors des différentes phases d'avancement (demande d'autorisation, travaux).

De même, les spécificités de l'exploitation, et notamment les modalités de règlement par EDF, peuvent créer, les premiers temps, un besoin de trésorerie à court terme.

De nombreux organismes ont mis au point des formules de financement bien adaptées aux caractéristiques des PCH :
- banques commerciales classiques,
- groupe de la Caisse des Dépôts et Consignations,
- formules de crédit-bail,
- sociétés de développement régional ...

Le plan de financement intègre toute une série de critères :
- le montant du financement, qui prend en compte une part plus ou moins importante des investissements,
- l'adaptabilité au planning des besoins de fonds, pour minimiser les intérêts intercalaires,
- les taux d'intérêt, fixes ou variables,
- les possibilités de modification du calendrier de remboursement, en cas d'année à mauvaise hydraulicité,
- les contraintes éventuelles telles que le nantissement du contrat EDF, etc .

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **Le coût des études préliminaires, pour la demande d'autorisation d'une PCH oscille le plus souvent entre 10 000 et 30 000 €. Si la demande d'autorisation est rejetée, ce montant est perdu par le porteur du projet.**
- **Une PCH nécessite d'importants capitaux pour sa construction. On considère que l'investissement se situe dans une fourchette représentant 5 à 10 fois le chiffre d'affaires.**
- **Un projet se construit dans une optique de compromis entre l'optimum économique, l'optimum technique et l'optimum environnemental. Plusieurs variantes doivent être envisagées.**
- **Le plan de financement d'une PCH doit prendre en compte toute une série de critères. On veillera particulièrement à son adaptabilité par rapport aux modifications de planning.**

FICHE N° 19

LES PREVISIONS D'EXPLOITATION D'UNE PETITE CENTRALE HYDROELECTRIQUE

Cette fiche aborde principalement le cas des PCH dont la production est destinée à la vente à EDF.

L'arrêté du 25 juin 2001 fixe les nouvelles conditions d'achat de l'électricité produite par les petites centrales hydroélectriques. Cet arrêté est la base du contrat qui engage le producteur autonome et EDF.

En définitive, cette fiche présente :
- les débouchés de la production énergétique,
- l'arrêté du 25 juin 2001,
- les coûts d'exploitation d'une PCH.

Les débouchés de l'hydroélectricité

Pour les débouchés de la production, on peut distinguer plusieurs cas de figures :
- la vente de la production à un réseau général, en l'occurrence EDF,
- l'autoconsommation de la production, notamment dans le cadre d'ateliers industriels,
- les solutions mixtes, avec une partie autoconsommation et une partie vente à un réseau.

La majorité des producteurs autonomes se situent dans le premier cas, à savoir une production d'énergie destinée à EDF.

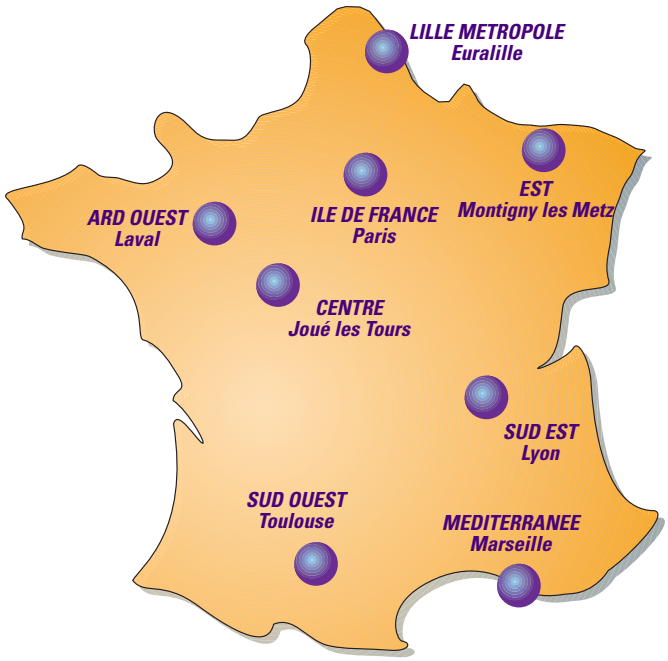
LA NOUVELLE ORGANISATION AU SEIN D'EDF

Afin de répondre aux dispositions prévues dans la loi n° 2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public d'électricité, plusieurs entités ont été créées au sein d'EDF :
- RTE, gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité,
- RDE, Réseau de Distribution d'Electricité.

RTE gère les lignes très haute tension (400 000 et 225 000 volts) et les lignes haute tension (90 000 et 63 000 volts).
Le RDE comprend les lignes moyenne tension (20 000 volts) et basse tension (380 et 220 volts).

Pour prendre une comparaison avec le réseau routier, RTE correspond aux autoroutes et aux routes nationales, RDE correspond aux routes départementales et voies communales.

Pour la distribution, les services chargés des relations avec les producteurs sont les ARD (Accès au Réseau de Distribution). Il existe huit centres en France.



Localisation des ARD (Accès au Réseau de Distribution)

Rappelons que c'est la loi relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité (10 février 2000) et ses décrets d'application qui fixent les grands principes pour la promotion des énergies renouvelables :

- l'outil essentiel pour favoriser le développement de ces énergies est d'abord l'obligation d'achat par EDF de l'électricité produite,
- le seuil de puissance au dessous duquel les installations peuvent bénéficier de cette obligation est fixé par le décret du 6 décembre 2000 à 12 MW,
- les principes des contrats d'achat sont présentés dans le décret du 10 mai 2001,
- des arrêtés tarifaires sont ensuite élaborés par filière.

LES DIFFÉRENTES FILIÈRES BÉNÉFICIANT DE L'OBLIGATION D'ACHAT

Filière	Durée de contrat
Eolien	15 ans
Hydraulique	20 ans
Cogénération	12 ans
UIOM (usines d'incinération d'ordures ménagères)	15 ans
Biogaz de décharge	15 ans
Photovoltaïque	20 ans
Petites installations	15 ans
Farines animales	15 ans

(Extrait de la Circulaire du 3 mai 2002 ; rationalisation et simplification des procédures applicables aux producteurs d'électricité à partir de sources d'énergies renouvelables)

L'arrêté tarifaire du 25 juin 2001

L'arrêté du 25 juin 2001 fixe les conditions d'achat de l'énergie des centrales hydroélectriques visées dans le décret du 6 décembre 2000 (puissance maximale 12 MW).
Cet arrêté comprend 9 articles et 3 annexes ; il définit :

- les heures d'hiver, entre le 1er novembre et le 31 mars, et les heures d'été, entre le 1er avril et le 31 octobre,

- les heures creuses, entre 22 heures et 6 heures (entre 23 heures et 7 heures pendant la période d'été) et toute la journée du dimanche,

- les heures de pointe, 2 heures le matin et 2 heures le soir, de décembre à février inclus, tous les jours sauf le dimanche,

- le choix, pour les PCH en métropole, entre des tarifications à une, deux, quatre ou cinq composantes,

- pour les PCH hors métropole, une tarification à une composante,

- une tarification différenciée selon la puissance des PCH (puissance maximale installée inférieure à 500 kVA ou puissance maximale installée supérieure à 600 kVA),

- une tarification en annexe 1 pour les nouvelles PCH mises en service après le 21 novembre 2001, ou pour les PCH avec une augmentation de puissance supérieure à 10 %,

- une tarification en annexe 2 pour les PCH en place, dont le contrat arrive à échéance,

- une durée de contrat de 20 ans,

- une prime appelée majoration de qualité. L'annexe 3 définit les principes de cette prime et le mode de calcul de la majoration de qualité,

- une formule d'indexation des tarifs de rachat de l'électricité.

LA MAJORATION DE QUALITÉ

Celle-ci est appliquée en hiver en métropole, en été et en hiver dans les départements d'outre-mer et Saint Pierre et Miquelon.

Celle-ci prend en compte la stabilité de la production.

Celle-ci est évaluée par période de cinq années.

Les tableaux ci-après présentent les tarifs définis dans les annexes 1 et 2 de l'arrêté tarifaire.

Annexe 1

Tarifs mentionnés à l'article 5 de l'arrêté

L'énergie active fournie par le producteur est facturée à l'acheteur sur la base des tarifs ci-dessous. Ces tarifs sont exprimés en c€/kWh hors TVA et incluent une majoration de qualité appelée M, calculée conformément aux dispositions de l'annexe 3.

En métropole continentale

Tarifs à une composante

	Puissance maximale installée ≤500 kVA	Puissance maximale installée ≥600 kVA
Hiver	6,10 + M	5,49 + M
Été	6,10	5,49

Tarifs à deux composantes

	Puissance maximale installée ≤500 kVA	Puissance maximale installée ≥600 kVA
Hiver	8,42 + M	7,58 + M
Été	4,45	4,01

Tarifs à quatre composantes

	Puissance maximale installée ≤500 kVA	Puissance maximale installée ≥600 kVA
Hiver, heures pleines	10,25 + M	9,22 + M
Hiver, heures creuses	5,98 + M	5,38 + M
Été, heures pleines	4,58	4,12
Été, heures creuses	4,27	3,84

Tarifs à cinq composantes

	Puissance maximale installée ≤500 kVA	Puissance maximale installée ≥600 kVA
Hiver, heures de pointe	17,81 + M	16,03 + M
Hiver, heures pleines	8,97 + M	8,07 + M
Hiver, heures creuses	5,98 + M	5,38 + M
Été, heures pleines	4,58	4,12
Été, heures creuses	4,27	3,84

En Corse

Tarifs à une composante

	Puissance maximale installée ≤500 kVA	Puissance maximale installée ≥600 kVA
Hiver	7,01 + M	6,40 + M
Été	7,01	6,40

Tarifs à deux composantes

	Puissance maximale installée ≤500 kVA	Puissance maximale installée ≥600 kVA
Hiver	9,67 + M	8,83 + M
Été	5,12	4,67

Tarifs à quatre composantes

	Puissance maximale installée ≤500 kVA	Puissance maximale installée ≥600 kVA
Hiver, heures pleines	11,78 + M	10,75 + M
Hiver, heures creuses	6,87 + M	6,27 + M
Été, heures pleines	5,26	4,80
Été, heures creuses	4,91	4,48

Tarifs à cinq composantes

	Puissance maximale installée ≤500 kVA	Puissance maximale installée ≥600 kVA
Hiver, heures de pointe	20,47 + M	18,69 + M
Hiver, heures pleines	10,30 + M	9,41 + M
Hiver, heures creuses	6,87 + M	6,27 + M
Été, heures pleines	5,26	4,80
Été, heures creuses	4,91	4,48

Dans les départements d'outre-mer et dans les collectivités territoriales de Saint-Pierre-et-Miquelon

Tarifs à une composante

	Puissance maximale installée ≤500 kVA	Puissance maximale installée ≥600 kVA
Hiver et été	7,01 + 5/12 x M	6,40 + 5/12 x M

Annexe 2

Tarifs mentionnés aux l'articles 5 et 6 de l'arrêté

L'énergie active fournie par le producteur est facturée à l'acheteur sur la base des tarifs ci-dessous. Ces tarifs sont exprimés en c€/kWh hors TVA.

En métropole continentale

Tarifs à une composante

Hiver et été..... 4,42

Tarifs à deux composantes

Hiver..... 6,10
Été..... 3,23

Tarifs à quatre composantes

Hiver, heures pleines..... 7,43
Hiver, heures creuses..... 4,33
Été, heures pleines..... 3,32
Été, heures creuses..... 3,09

Tarifs à cinq composantes

Hiver, heures de pointe..... 12,91
Hiver, heures pleines..... 6,50
Hiver, heures creuses..... 4,33
Été, heures pleines..... 3,32
Été, heures creuses..... 3,09

Dans les départements d'outre-mer et dans les collectivités territoriales de Saint-Pierre-et-Miquelon

Tarifs à une composante

Hiver et été..... 5,34

En Corse

Tarifs à une composante

Hiver et été..... 5,34

Tarifs à deux composantes

Hiver..... 7,37
Été..... 3,90

Tarifs à quatre composantes

Hiver, heures pleines..... 8,97
Hiver, heures creuses..... 5,23
Été, heures pleines..... 4,01
Été, heures creuses..... 3,74

Tarifs à cinq composantes

Hiver, heures de pointe..... 15,59
Hiver, heures pleines..... 7,85
Hiver, heures creuses..... 5,23
Été, heures pleines..... 4,01
Été, heures creuses..... 3,74

Les annexes 1 et 2 de l'arrêté tarifaire du 25 Juin 2001

Il va de soi que le porteur de projet de PCH a tout intérêt à faire différentes simulations tarifaires en fonction de la production électrique escomptée, pour optimiser son contrat avec EDF.

Les coûts d'exploitation d'une PCH

Les charges de fonctionnement ou coûts d'exploitation varient en fonction de la taille et des caractéristiques de la PCH, des méthodes d'exploitation et du montage juridique et financier.

Coûts directs d'exploitation
Ils comprennent :
- les frais de personnel, principalement du gardiennage et des petites interventions d'entretien des installations et bâtiments,
- les consommables : huiles, électricité, pièces d'usine ...,
- la maintenance programmée,
- les assurances : responsabilité civile, risque industriel, incendie, dégâts des eaux, bris de machine, couverture totale ou partielle des pertes d'exploitation,
- la taxe professionnelle, calculée notamment sur les immobilisations, à l'exception des ouvrages d'amenée d'eau et de transport d'électricité,
- les taxes éventuelles, redevances ; droit de passage des ouvrages de la PCH, agence de l'eau,
- la gestion administrative et financière : facturation, comptabilité.

Ces coûts directs d'exploitation représentent, en moyenne, selon le type d'installation, entre 10 et 30 % des recettes brutes.

Provisions
Elles ne concernent que des dotations pour réparations importantes.

Frais financiers
Ils dépendent des modalités de financement retenues et notamment de la répartition autofinancement / emprunts.

Amortissements
Les dotations aux amortissements sont calculées en fonction de l'espérance de vie des équipements et des aménagements, ou suivant la réglementation fiscale et comptable en vigueur.

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **Suite à la loi «électrique» du 10 février 2000, les services chargés des relations avec les producteurs sont les ARD (Accès au Réseau de Distribution). On en compte huit sur le territoire national.**
- **L'arrêté tarifaire du 25 juin 2001 fixe les conditions d'achat de l'hydroélectricité. Les contrats sont de 20 ans, la tarification est différenciée entre les PCH dont la puissance est inférieure à 500 kVA ou supérieure à 600 kVA.**
- **Les coûts directs d'exploitation représentent, pour une PCH, de 10 à 30 % des recettes brutes.**

FICHE N° 20

L'APPRECIATION DE LA RENTABILITE

Cette fiche présente les méthodes pour évaluer la faisabilité financière d'une PCH et apprécier sa rentabilité. Elle est la suite logique des fiches 18 et 19 sur les investissements à réaliser, les recettes, les coûts d'exploitation.

Pour évaluer la faisabilité financière d'une PCH, il existe de nombreuses approches. Cette fiche a plutôt vocation à fournir quelques repères sans chercher l'exhaustivité dans ce domaine.

En définitive, cette fiche présente :
- les grandes caractéristiques du montage financier d'un projet de PCH,
- les étapes des études financières,
- les méthodes d'appréciation de la rentabilité.

Les caractéristiques du montage financier d'un projet de PCH

Le montage financier d'un projet de PCH se caractérise notamment par :
- une forte mobilisation de capitaux
- des marges sur chiffre d'affaires a priori élevées,
- un investissement sur du long terme,
- plusieurs types d'aléas.

Une forte mobilisation de capitaux

Cette caractéristique a été développée dans la fiche 18. Il est admis que l'investissement se situe dans une fourchette allant de 5 à 10 fois le chiffre d'affaires, avec une moyenne se situant à environ 7 fois.

Avec un tel ratio, on peut dire qu'un projet de PCH est exigeant en capitaux, d'autant plus que les coûts de développement sont à ajouter.

Une marge sur chiffre d'affaires élevée

Un aménagement correctement conçu et exploité dégage, dans la plupart des cas, une marge élevée par rapport au chiffre d'affaires.

QUELQUES CHIFFRES SUR LES MARGES D'UNE PCH

Il est très difficile de fournir une estimation sur la marge d'une PCH, car les modes d'exploitation sont très divers. Néanmoins, on considère parfois, qu'après le remboursement des emprunts, soit de 10 ans à 20 ans après la réalisation de la centrale, la marge nette sur le chiffre d'affaires avoisine environ le tiers de celui-ci (ce qui signifie que l'on se situe à environ 50 % avant l'impôt sur les sociétés). Pendant la période de remboursement des emprunts, une telle marge ne peut être atteinte. On considère alors comme satisfaisant le fait de parvenir à l'équilibre des comptes.

Un investissement sur du long terme

Une PCH a une durée de vie de plusieurs dizaines d'années ; il s'agit donc d'un investissement sur le long terme.
De manière générale, les équipements importants ont une durée de vie supérieure à 30 ou 40 ans.
On comprend donc pourquoi les durées des contrats d'achat dans l'hydraulique sont les plus longs parmi les différentes filières d'énergies renouvelables (contrat de 20 ans, cf. fiche 19).

Un risque non négligeable

Le risque se situe à plusieurs niveaux :
- d'abord, dans l'étape faisabilité du projet, où le pétitionnaire peut entreprendre des études coûteuses, sans garantie d'obtenir l'autorisation d'exploiter l'énergie hydraulique du site pressenti,
- dans l'irrégularité des données climatiques et hydrauliques du cours d'eau aménagé. Comme pour l'agriculteur, certaines années peuvent être favorables et d'autres non,
- dans l'exploitation même de l'aménagement, où le producteur n'est pas à l'abri de difficultés majeures : foudre qui endommage toutes les installations électriques, coup de bélier, vandalisme ...,
- dans la libéralisation actuelle des systèmes électriques européens, qui peut parfois faire craindre un manque de visibilité sur le long terme.

Il est certain que pour se développer, l'hydroélectricité a besoin de stabilité sur le long terme, d'où l'importance du niveau et de la durée de la tarification proposée aux producteurs.
En conclusion, on peut dire que le tarif d'achat et la durée des contrats sont des facteurs absolument déterminants pour le développement de la petite hydroélectricité :
- ce sont des signaux forts qui marquent une volonté politique de promouvoir ou non les énergies renouvelables,
- les niveaux de tarification permettent de mettre en œuvre ou non les mesures en faveur de l'environnement : construction d'une échelle à poissons, débit réservé égal ou supérieur au 1/10 du module, enfouissement d'une conduite forcée ... Le respect des prescriptions environnementales s'accompagne d'une hausse du coût de l'énergie produite.

- la lenteur du cycle investissement – amortissement d'une PCH peut être rédhibitoire pour des investisseurs privés si, en contrepartie, une tarification garantie sur le long terme ne leur est pas offerte.

LA RENTABILITÉ D'UNE PCH PAR RAPPORT À UN INVESTISSEMENT IMMOBILIER

(Synthèse d'une note rédigée par CH. CONVERT, Fédération EAF)

• La PCH et l'immobilier ont comme caractéristique commune de correspondre à des investissements sur le long terme.

Pour apprécier la rentabilité d'une PCH, il faut prendre en compte à la fois l'investissement global, le chiffre d'affaires hors taxe et la rentabilité nette sur le chiffre d'affaires.

Prenons comme hypothèses une PCH :

- avec un chiffre d'affaires hors taxe évalué au septième de l'investissement,
- avec une rentabilité nette évaluée au tiers du chiffre d'affaires.

On en déduit que la rentabilité nette est d'un vingt-et-unième (1/7 x 1/3 = 1/21) de l'investissement, soit une rentabilité nette légèrement inférieure à 5 % de l'investissement initial.

Dans cet exemple, on peut dire qu'il s'agit d'un investissement comparable en terme de rentabilité, avec du « bon immobilier ».

A titre de comparaison, des produits financiers tels que des obligations ont actuellement des taux de rendement voisins de 5 %.

• Les PCH ont été perçues bien souvent comme des entreprises particulièrement rentables, car elles ont en général une marge sur chiffre d'affaires élevée.

En fait, cette forte rentabilité apparente n'est qu'une vision partielle de la réalité, car il faut prendre également en compte le montant de l'investissement.

C'est en définitive le ratio liant l'investissement global à la rentabilité nette annuelle qui est représentatif de la réalité, et qui permet de comparer la rentabilité d'une PCH avec d'autres placements.

Concernant la tarification, il faut également signaler la mise en place probable d'un marché de « l'électricité verte » lié à la directive européenne de septembre 2001 pour la promotion de l'électricité d'origine renouvelable (cf. fiche 2).

L'ÉLECTRICITÉ VERTE OU LES CERTIFICATS VERTS

(extrait de l'article « Certificats verts : situation européenne et mode d'emploi », Systèmes solaires n°147)

Le contexte

La production d'électricité à partir d'énergies renouvelables connaît aujourd'hui en Europe une évolution importante, avec en point d'orgue la directive européenne adoptée en septembre 2001. En parallèle, un véritable marché de l'électricité « verte » se crée dans le secteur des industries électriques dorénavant libéralisées. En Allemagne, en Angleterre, aux Pays-Bas, en Suède ou en Irlande, des fournisseurs proposent à un nombre croissant de consommateurs un approvisionnement en électricité provenant à 10 %, 50 % ou même 100 % de sources renouvelables. Les consommateurs payent alors en général un prix un peu plus élevé pour leur électricité, de l'ordre de 5 à 10 % en plus de ce qu'ils payaient pour de l'électricité « grise » ou conventionnelle. Dans quelques pays, les pouvoirs publics commencent à prendre ce surcoût en charge via diverses réductions de taxes, avec pour effet de stimuler le marché.

De la nécessité des certificats

La directive européenne sur l'électricité produite à partir de sources renouvelables définit aux pays des pourcentages de consommation et non de production. Dès lors, ce n'est pas parce qu'un pays dispose de beaucoup de centrales d'énergies renouvelables qu'il remplit son contrat ! C'est sa consommation qu'il faut prouver. Comment ? En suivant l'électricité «verte» à la trace, jusqu'au consommateur final. Or, un électron « renouvelable », une fois injecté sur le réseau, se perd parmi les électrons « ordinaires ».
Le seul moyen de le retrouver est de prouver qu'il est consommé. A ce niveau, il existe deux types de preuves possibles.
Le consommateur peut passer un contrat direct d'achat de courant vert avec un producteur voisin. Mais ce cas de figure est peu répandu. L'autre solution, beaucoup plus largement applicable, est qu'il achète des certificats verts. Ceux-ci prouvent sa consommation d'électricité « renouvelable », qu'elle ait été produite dans son pays ou ailleurs. D'où la nécessité « technique » d'un système de traçabilité et de garantie : les certificats verts.

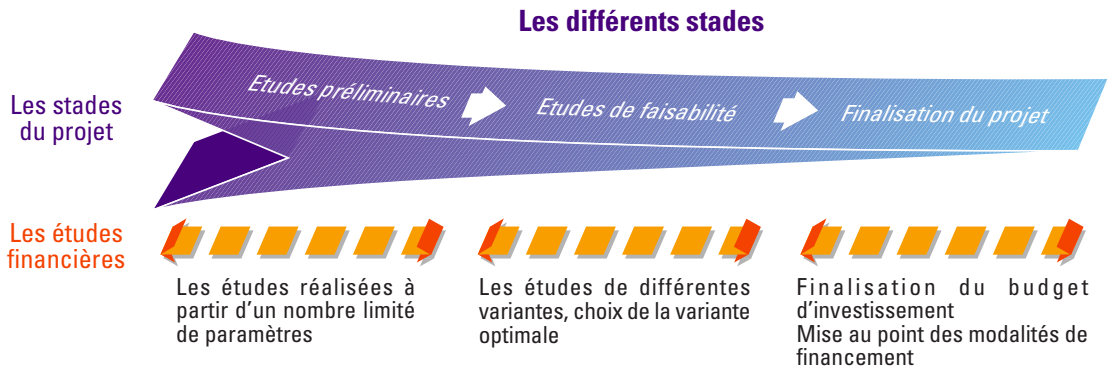
Le jeu de l'offre et de la demande

Propriété initiale du producteur, un certificat vert peut être cédé à tout acheteur qui le désire, à condition toutefois qu'il existe un certain nombre d'institutions, de règles et de procédures bien établies qui autorisent un tel commerce. Ces institutions, règles et procédures, ainsi que les déterminants de la demande en certificats verts forment le système de certificats verts proprement dit. Ces déterminants peuvent être de nature légale et contraignante (quotas obligatoires), fiscales (exemption accordée au consommateur) ou volontaire (préférence individuelle pour de l'électricité verte). Point important, dans le cadre d'un système de certificats verts, un producteur d'électricité d'origine renouvelable valorise de deux manières, séparées mais complémentaires, sa production. D'une part, il écoule ses « électrons » sur le réseau ; d'autre part, il vend ses certificats auprès d'acheteurs potentiels.

Le fonctionnement des certificats verts

1- Chaque MWh produit à partir de source renouvelable et injecté sur le réseau conduit à l'émission d'un certificat.
2- L'institut d'émission enregistre la centrale de production, contrôle, et lui délivre les certificats.
3- Le producteur « vert » vend ses certificats à des acheteurs branchés sur le réseau : consommateurs d'électricité verte « volontaires » (industriel ou particulier) ou pollueur devant réduire ses émissions de CO_2.
4- L'électricité propre est consommée, l'institut retire le certificat du marché.

Les étapes des études financières



Comme pour les études d'environnement, les études financières doivent être réalisées de façon progressive, continue et itérative :

Au stade « **études préliminaires** », on réalise un diagnostic sur l'intérêt économique du projet à partir d'un nombre limité de paramètres :

- hauteur de chute et débit pour évaluer la puissance maximale brute et la puissance installée,
- linéaire approximatif de conduite forcée, de canal d'amenée et de voie d'accès à créer,
- distance entre le lien de production et le point de raccordement électrique,
- recettes et coûts engendrés par ces différents paramètres.

Au stade « **études de faisabilité** », il est important d'avoir évalué plusieurs variantes, tant sur les plans technique, environnemental et financier. Ces évaluations permettent de dégager la variante correspondant au meilleur compromis.

A ce stade, le pétitionnaire doit avoir défini les caractéristiques essentielles de son projet.

A titre d'exemple, pour une passe à poissons, le porteur de projet peut définir ses caractéristiques techniques et son coût approximatif.

Rappelons que les études de faisabilité aboutissent à l'élaboration du dossier de demande d'autorisation déposé en Préfecture.

Au stade « **finalisation du projet** », les coûts poste par poste sont affinés. Le pétitionnaire élabore des dossiers d'appel d'offres des entreprises, met au point les équipements définitifs et finalise son budget d'investissement avec les modalités de financement.

Pour le raccordement au réseau, le futur producteur finalise la convention d'exploitation et le contrat d'achat avec EDF.

Les méthodes d'appréciation de la rentabilité

Dans la finalisation de l'étude de faisabilité financière de son projet, le pétitionnaire peut utiliser un certain nombre de méthodes pour apprécier la rentabilité :

- méthode du temps de retour,
- méthode du temps de retour actualisé,
- méthode du taux de rentabilité interne.

Certaines de ces méthodes intègrent les notions de risque et de non disponibilité des fonds. Elles utilisent le concept d'actualisation, tendant à attribuer une valeur moindre à l'argent à venir qu'à l'argent présent.

Au préalable, il faut définir le résultat d'exploitation et la notion de cash-flow.

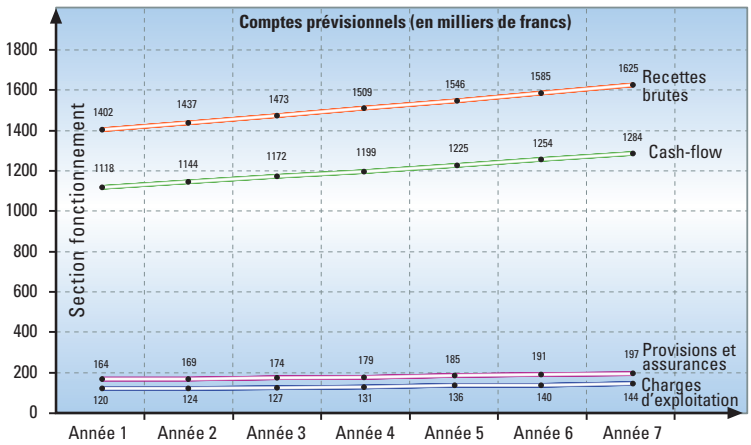
Résultat d'exploitation et notion de cash-flow

Le résultat brut d'exploitation, constitué des recettes brutes diminuées des coûts directs d'exploitation, doit permettre de générer des fonds propres suffisants pour couvrir les frais financiers, ainsi que les dotations aux amortissements et les éventuelles provisions pour grosses réparations.

Lorsqu'il s'agit d'apprécier la rentabilité financière de l'investissement que constitue une PCH, on utilise la notion de cash-flow financier, correspondant à la différence entre les recettes brutes d'une part, et les coûts directs d'exploitation et les provisions d'autre part. Le rapport existant entre le cash-flow financier et le montant initial de l'investissement permet une comparaison immédiate avec les prix de l'argent sur le marché financier ou avec d'autres investissements.

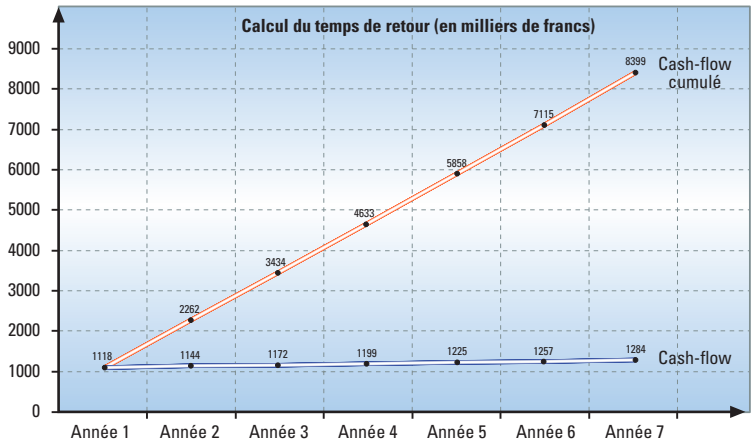
Fiche signalétique de l'exemple utilisé

- Montant de l'investissement : 6.000.000 F.
- Hypothèse d'inflation : 3% par an.
- Taux d'augmentation des recettes brutes : 2,5% par an.
- Taux d'augmentation des coûts d'exploitation : 3% par an.
- Taux d'emprunt : 10%
- Montant de l'emprunt : 6.000.000 F.



Exemple extrait de Petite Hydroélectricité, AFME, 1991

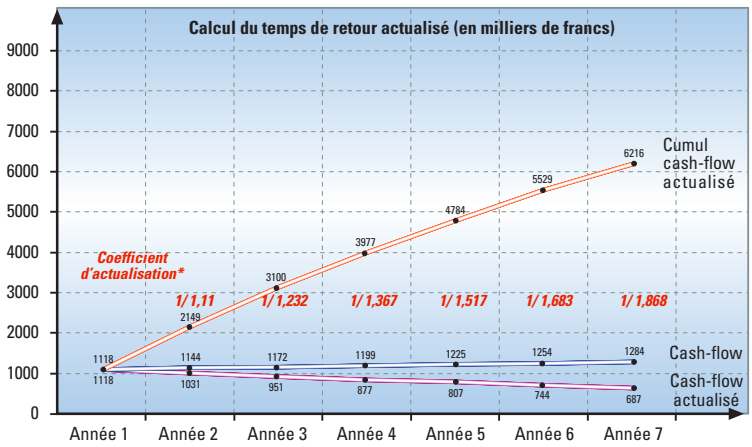
Méthode du temps de retour



Temps de retour sur capital investi : 5,1 années.

Cette méthode simple détermine le temps nécessaire pour que des cash-flows cumulés égalent l'investissement initial.

Méthode du temps de retour actualisé



Temps de retour actualisé : 6,68 années

*Coefficient d'actualisation = $1 / (1+Tx)^{n-1}$

Elle vient corriger les résultats obtenus par la méthode précédente, en appliquant un taux d'actualisation aux flux de trésorerie à venir. La fiabilité de cette méthode réside principalement dans le choix d'un taux cohérent. Celui-ci devra tenir compte du prix de l'argent sur le marché (taux de placement pour une association ou un particulier, ou taux habituel d'emprunt pour une collectivité) et du risque inhérent au projet lui-même.

Méthode du taux de rentabilité interne

Cette méthode consiste à rechercher le taux d'actualisation à appliquer aux cash-flows pour que la somme des cash-flows actualisés sur une période donnée égale l'investissement initial. La période prise en compte pour ce calcul peut être la durée de l'autorisation administrative, ou plus couramment la durée d'amortissement fiscal ou comptable ou encore, la durée des emprunts.
Le taux de rentabilité interne obtenu est comparé aux données du marché financier international. Cette méthode permet, en outre, de créer un outil de comparaison immédiat entre des investissements de nature et de durées de vie différents.

TAUX DE RENTABILITÉ INTERNE

Dans l'exemple choisi pour illustrer ce chapitre, le taux de rentabilité interne obtenu sur une période de 20 ans est proche de 18 %. Le coût habituel d'un emprunt pour ce type de projet se situant aux alentours de 10 %, ce projet d'investissement est donc financièrement rentable et attrayant.

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **Un projet de PCH nécessite une forte mobilisation de capitaux. Il s'agit d'un investissement sur le long terme présentant quelques risques. Par contre, pour les aménagements bien conçus, les marges sur chiffres d'affaires sont élevées.**
- **C'est le ratio liant l'investissement global à la rentabilité nette annuelle qui est représentatif de la rentabilité d'une PCH par rapport à d'autres placements (immobilier par exemple).**
- **Concernant la tarification, il faut signaler la mise en place probable d'un marché de « l'électricité verte » lié à la directive européenne de 2001 pour la promotion de l'électricité d'origine renouvelable.**
- **Dans la faisabilité financière il existe plusieurs méthodes pour apprécier la rentabilité d'un projet. On peut citer la méthode du temps de retour, la méthode du temps de retour actualisé, la méthode du taux de rentabilité interne.**

BIBLIOGRAPHIE

ADEME – *Analyse stratégique des conditions d'un nouveau développement de la Petite Hydroélectricité en France.* Sud Consulting. 1997. 75p et 66p.

ADEME – *Droits d'eau et réhabilitation des ouvrages hydrauliques. Mini-hydroélectricité.* Agence Poitou-Charentes Energie Déchets Eau. 1999.

ADEME – *Etude de perception sur le positionnement de certains consommateurs finaux français par rapport à la tarification verte.* 2000.

ADEME – *Guide d'insertion des petites centrales hydroélectriques dans l'environnement. Synthèse tirée de l'expérience de cent cinquante études de cas en France.* 1994. 61p.

ADEME – *Guide du développeur de parc éolien.* 2003.

ADEME – *Insertion des petites centrales hydroélectriques dans l'environnement. Rencontres et journées techniques.* 1992. 188p.

ADEME - *Les petits aménagements hydroélectriques. Guide général.* Société hydrotechnique de France. 1999.

ADEME – *Les petits aménagements hydroélectriques. Guide pour l'intégration dans l'environnement.* 1998. 66p.

ADEME – *Manuel préliminaire de l'étude d'impact des parcs éoliens.* 2000. 158p.

ADEME – *Recensement des petites centrales hydrauliques françaises.* Comité de liaison Energies Renouvelables. 1995.

AFME – *Les petites centrales hydroélectriques.* 1986. 32p.

AFME – *Les petites centrales hydroélectriques. Une source de revenus pour la collectivité locale.* 1989. 26p.

AFME – *Minicentrales hydroélectriques. Guide pour la maintenance et la rénovation.* 1990. 48p.

CLER – *La petite hydroélectricité et l'emploi. Données et références.* ADEME. 1994. 34p.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES – *Layman's handbook on how to develop a small hydro site.* 1998. 266p.

CONSEIL SUPÉRIEUR DE LA PÊCHE – *Etat initial et prévision d'impact dans les documents d'incidences.* Collection Mise au Point. 2000. 316p.

CONSEIL SUPÉRIEUR DE LA PÊCHE – *Passe à poissons. Expertise, conception des ouvrages de franchissement.* Collection Mise au point.

DELAUNAY Alexis – *Document d'information. Loi sur l'eau et autres polices spéciales ayant trait à l'eau. Pêche et utilisation de l'énergie hydraulique. Ministère de l'Environnement.* 2000. 67p.

DIANE – Manuel 1997. *Petites centrales hydrauliques. Informations sur la planification, la construction et l'exploitation.* 1997. 53p.

EDF – *Les microcentrales hydroélectriques. Principe et pratique.* 1980. 37p.

FÉDÉRATION FRANÇAISE DE CANOË-KAYAK – *Glissières et passes à canoës.* 1997. 31p.

FÉDÉRATION NATIONALE DES COLLECTIVITÉS CONCÉDANTES ET RÉGIES – *Le consommateur d'électricité face à la libéralisation.* 2002.

GRET – *Micro-centrales hydrauliques.* Editions alternatives. 1980. 90p.

HIDROENERGIA – *Actes de la Conférence du 3 au 6 Juillet à Mulhouse.* 2002. 223p.

HYDRO M – *Les débits réservés à l'aval des prises d'eau des microcentrales hydroélectriques.* Agence de l'Eau Adour Garonne, EAF, ADEME. 1995. 60p.

HYDRO M – *Les passes à poissons. Intérêt et contraintes.* Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, EAF. 1993. 136p.

MINISTÈRE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT - *Entreprises hydroélectriques, recueil de textes.* Direction de l'Eau. 2000. 80p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT – *Entreprises hydroélectriques, recueil de textes.* Direction de l'Eau. 1995. 82p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE – *Cadre d'analyse des projets de petites centrales hydroélectriques.* Gouvernement du Québec. 1994.

OFFICE FÉDÉRAL DES QUESTIONS CONJONCTURELLES – *Guide pratique pour la réalisation de petites centrales hydrauliques.* 1992. 96p.

ROBERT V. – *La petite hydroélectricité : potentiel et mesures de relance.* ADEME. 2001. 67p.

SCHERR P., ETIENNE J. – *Guide pour la réalisation de micro-centrales hydroélectriques fonctionnant en site isolé.* 1993. 40p.
SECRÉTARIAT D'ÉTAT CHARGÉ DE L'ENVIRONNEMENT – *L'étude d'impact sur l'environnement des installations hydrauliques de production d'électricité.* Direction de l'Eau. 1989. 34p.

SOCIÉTÉ HYDROTECHNIQUE DE France – *Petite hydroélectricité. Actualité d'une Energie Renouvelable.* 1998. 188p.

SOUCHON Y., VALENTIN S. – *Méthode des microhabitats. Laboratoire d'hydroécologie quantitative.* 1991. 90p.

Revues

CLER Infos
Comité de Liaison Energies Renouvelables
2B Rue Jules Ferry – 93100 Montreuil

HYDRO-ENERGIE Revue
Editions de la Vallée
BP 11 – 54870 Cons La Grandville

LA HOUILLE BLANCHE
Revue de la Société Hydrotechnique de France
25, Rue des Favorites – 75015 Paris

OBSERV'ER
Observatoire des Energies Renouvelables
146, Rue de l'Université – 75007 Paris

SYSTÈMES SOLAIRES
146, Rue de l'Université – 75007 Paris

SITES INTERNET

http://europa.eu.int
Commission des Communautés Européennes.

www.ademe.fr
Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME). Autrefois Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie (AFME).

www.ciele.org
Centre d'Information sur l'Energie et l'Environnement.

www.cler.org
Association loi 1901, Comité de liaison Energies Renouvelables.

www.eau-adour-garonne.fr
Agence de l'Eau Adour Garonne.

www.edf.fr
Groupe EDF.

www.environnement.gouv.fr
Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.

www.esha.be
Association Européenne pour la Petite Hydraulique.

www.Federation-eaF.org
Electricité Autonome Française (EAF).

www.gpae.com.fr
Groupement de producteurs autonomes d'énergie hydro-électrique (GPAE).

www.isl-ingenerie.fr
Bureau d'ingénieurs conseils développant des logiciels pour les projets de PCH.

www.legiFrance.gouv.fr
Textes règlementaires de la législation française.

www.observ-er.com
Observatoire des Energies Renouvelables.

www.shf.asso.fr
Société Hydrotechnique de France.

INDEX

Page

A

Accès au Réseau de Distribution (ARD) 130,131
ADEME 20,27,29,125
Alternateur 8,10,77
Analyse hydrobiologique 97,105
Approche systémique 89,90,106
Arrêté tarifaire de 2001 132

B

Banki-Michell 74,75
Banques de données HYDRO 22
Batardeau 67
Bief 67
Bruit 113,115

C

Cassini 25,56
Centrale au fil de l'eau 10
Centrale d'éclusées 10
Centrale de basse chute 12
Centrale de haute chute 12
Centrale de moyenne chute 12
Certificat d'obligation d'achat 52
Certification ISO 14001 20,121,123
Chapitre sur la santé 118
Chasses et vidanges 120
Cheminée d'équilibre 10,70
Code de bonnes pratiques environnementales 123
Comité de Liaison des Energies Renouvelables (CLER) 31
Conduite forcée 8,26,53,54,70,116,139
Contrat de rivière 102
Courbes de débit 63
Cours d'eau domanial 50,55
Coût de la construction 126
Coût des études 125
Coûts d'exploitation 134

D

Débit d'équipement 11,22,64,65
Débit d'étiage 22,97
Débit des hautes eaux 22
Débit réservé 22,46,64,107,108
Débit spécifique 22,61

Définition d'une PCH 5
Dégrilleur 67
Demande d'autorisation d'exploitation 36-38,50-52,88,125
Déssableur 67
Direction Dép. de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF) 24,37,53,60,97,101
Direction Départementale de l'Equipement (DDE) 24,37,60,98,111-113
Direction Régionale de l'Environnement (DIREN) 23,24,37,60,97,101
Directive cadre sur l'Eau 46

E
Effet cumulatif 87,89
Effet de serre 2,14-16,19,88
Effet de synergie 87,89
Effet direct 87,89
Effet réductible 87,89
Electricité verte 138
Energie renouvelable 18,31
Enquête publique 47,48
Equipements de production 8,24,26,54,72,73,128
Etude d'impact 86
Etude de faisabilité 20,27,139
Etude préliminaire 26,27

F
Francis 72-74

G
Gabion 67
Générateur asynchrone 8,10,77
Générateur synchrone 8,10,77
Générateur 8,10,65,77,78,126
Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE) 130

H
Hauteur de chute 5,8,11,12,22,62,76,128

I
Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) 105,107
Inventaire piscicole 105

K
Kaplan 72-74

L
Labellisation 20,119
Loi de 1919 modifiée 33,34,44,55
Loi de 1946 sur la nationalisation de l'électricité 35
Loi de 2000 sur la modernisation du service public de l'électricité 35
Loi Pêche de 1984 42,107
Loi sur l'Eau de 1992 43,44,87
Loi sur la protection de la nature de 1976 40

M

Marge sur chiffre d'affaires 135-137
Mesures réductrices ou compensatoires 88,99,117,119
Méthode des microhabitats 107,108
Méthode du taux de rentabilité interne 141
Méthode du temps de retour actualisé 140,141
Méthode du temps de retour 140,141
Micro-centrale 5
Mini-centrale 5
Missions Interservices de l'Eau (MISE) 37
Module 22,46,64,108,136
Montage financier 135
Multiplicateur de vitesse 79

N

Natura 2000 24,45
Notice d'impact 87
Notion de cash-flow 140

O

Ouvrages d'amenée 8,9,54,70,134
Ouvrages de prise d'eau 8,54,59,66
Ouvrages de restitution 9,54,72

P

PACHA 26,126
Palplanche 67
Passe à canoës 117
Passe à poissons 55,59,69,120,127,139
PEACH 26,126
Pelton 72-74
Permis de construire 49,50
Pico-centrale 5
Plan d'Occupation des Sols (POS) 50,111,114
Plan de financement 129
Plan Local d'Urbanisme (PLU) 50,111,114
Poissons migrateurs 109
Police de l'eau 37
Production centralisée 51
PROPHETE 26,126
Protocole de Kyoto 2,15,16
Puissance installée 5,11,18,35,57,64,139
Puissance maximale brute 11,36,55,139

R

Raccordement au réseau électrique 23,51,52,84
Régime de l'autorisation 33,44
Régime de la concession 33,44,125
Règlement d'Eau 39,120
Rendement 11,65,73,79,137
Rentabilité d'une PCH 65,137
Réseau de Distribution d'Electricité (RDE) 130

S

Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) 43,57,88
Schéma départemental de vocation piscicole 101,102
Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) . . . 43,57,88
Servitudes. 33,35,47,111,115
Seuil 67
Syndicats de producteurs autonomes 29
Système d'Evaluation de la Qualité des Eaux (SEQ Eau) 95,97
Système de contrôle-commande 85
Système de régulation 9

T

Transformateur de mesure 82
Transformateur de puissance 82,84
Transformateur 10,81-84
Tronçon court-circuité. 10,88,97,109
Turbine 8,10,65,73-79

U

Usine fondée en titre 56

V

Vanne 67,68
Voies Navigables de France (VNF) 37

BON DE COMMANDE

à retourner par courrier ou fax à :

ADEME
Pôle Communication DBER - Françoise Coroller
500, route des Lucioles - 06560 Valbonne
Télécopie : 04 93 65 31 96 - françoise.coroller@ademe.fr

Nom : ..... Prénom : .....

Société / organisme : ..... Fonction : .....

Secteur d'activité : .....

Adresse : .....

.....

Code Postal : ..... Ville : .....

Pays : ..... Téléphone : .....

Télécopie : ..... Adresse électronique : .....

Nom et adresse de livraison (si différents) : .....

.....

.....

Titre	Quantité
Guide pour le montage de projets de petite hydroélectricité	

Vous pouvez consulter ce document sur le site : www.ademe.fr

IMPLANTATIONS DE L'ADEME

ALSACE
8, rue Adolphe-Seyboth
67000 STRASBOURG
Tél. 03 88 15 46 46
Fax 03 88 15 46 47

AQUITAINE
6, quai de Paludate
33080 BORDEAUX CEDEX
Tél. 05 56 33 80 00
Fax 05 56 33 80 01

AUVERGNE
63, boulevard Berthelot
63000 CLERMONT-FERRAND
Tél. 04 73 31 52 80
Fax 04 73 31 52 85

BOURGOGNE
10, avenue Foch - BP 51562
21015 DIJON CEDEX
Tél. 03 80 76 89 76
Fax 03 80 76 89 70

BRETAGNE
33, bd Solferino - CS 41 217
35012 RENNES CEDEX
Tél. 02 99 85 87 00
Fax 02 99 31 44 06

CENTRE
22, rue d'Alsace-Lorraine
45058 ORLÉANS CEDEX 1
Tél. 02 38 24 00 00
Fax 02 38 53 74 76

CHAMPAGNE-ARDENNE
116, avenue de Paris
51038 CHALONS-EN-CHAMPAGNE
CEDEX
Tél. 03 26 69 20 96
Fax 03 26 65 07 63

CORSE
Parc Sainte-Lucie
Le Laetitia - BP 159
20178 AJACCIO CEDEX 1
Tél. 04 95 10 58 58
Fax 04 95 22 03 91

FRANCHE-COMTÉ
25, rue Gambetta - BP 26367
25018 BESANÇON CEDEX 6
Tél. 03 81 25 50 00
Fax 03 81 81 87 90

ÎLE-DE-FRANCE
6-8, rue Jean-Jaurès
92807 PUTEAUX CEDEX
Tél. 01 49 01 45 47
Fax 01 49 00 06 84

LANGUEDOC-ROUSSILLON
Résidence Antalaya
119, avenue Jacques-Cartier
34965 MONTPELLIER CEDEX 2
Tél. 04 67 99 89 79
Fax 04 67 64 30 89

LIMOUSIN
38 ter, avenue de la Libération
87000 LIMOGES
Tél. 05 55 79 39 34
Fax 05 55 77 13 62

LORRAINE
34, avenue André-Malraux
57000 METZ
Tél. 03 87 20 02 90
Fax 03 87 50 26 48

MIDI-PYRÉNÉES
Technoparc Bât. 9
Rue Jean-Bart - BP 672
31319 LABÈGE CEDEX
Tél. 05 62 24 35 36
Fax 05 62 24 34 61

NORD - PAS-DE-CALAIS
Centre Tertiaire de l'Arsenal
20, rue du Prieuré
59500 DOUAI
Tél. 03 27 95 89 70
Fax 03 27 95 89 71

BASSE-NORMANDIE
CITIS « Le Pentacle »
Av. de Tsukuba
14209 HÉROUVILLE-
SAINT-CLAIR CEDEX
Tél. 02 31 46 81 00
Fax 02 31 46 81 01

HAUTE-NORMANDIE
« Les Galées du Roi »
30, rue Gadeau-de-Kerville
76100 ROUEN
Tél. 02 35 62 24 42
Fax 02 32 81 93 13

PAYS DE LA LOIRE
5, bd V.-Gâche - BP 16202
44262 NANTES CEDEX 02
Tél. 02 40 35 68 00
Fax 02 40 35 27 21

PICARDIE
2, rue Delpech
80000 AMIENS
Tél. 03 22 45 18 90
Fax 03 22 45 19 47

POITOU-CHARENTES
6, rue de l'Ancienne-Comédie
BP 452
86011 POITIERS CEDEX
Tél. 05 49 50 12 12
Fax 05 49 41 61 11

PROVENCE -
ALPES - CÔTE D'AZUR
2, bd de Gabès - BP 139
13267 MARSEILLE CEDEX 08
Tél. 04 91 32 84 44
Fax 04 91 32 84 66

RHÔNE-ALPES
10, rue des Émeraudes
69006 LYON
Tél. 04 72 83 46 00
Fax 04 72 83 46 26

GUADELOUPE
Immeuble Café Center,
rue Ferdinand-Forest
97122 BAIE-MAHAULT
Tél. 05 90 26 78 05
Fax 05 90 26 87 15

GUYANE
28, avenue Léopold-Heder
97300 CAYENNE
Tél. 05 94 29 73 60
Fax 05 94 30 76 69

MARTINIQUE
42, rue Garnier-Pagès
97200 FORT-DE-FRANCE
Tél. 05 96 63 51 42
Fax 05 96 70 60 76

RÉUNION
Parc 2000
3, av. Théodore-Drouhet
BP 380
97829 LE PORT CEDEX
Tél. 02 62 71 11 30
Fax 02 62 71 11 31

NOUVELLE-CALÉDONIE
SME - BP 465
98845 NOUMÉA CEDEX
Tél. 00 687 27 01 97/023
Fax 00 687 27 23 45

POLYNÉSIE FRANÇAISE
DAT - BP 115
98713 PAPEETE CEDEX
Tél. 00 689 46 84 51/84 57
Fax 00 689 46 84 49

SAINT-PIERRE-ET-MIQUELON
DAF - BP 4244
97500 SAINT-PIERRE-ET-MIQUELON
Tél. 05 08 41 19 80/19 82
Fax 05 08 41 48 85

SERVICES CENTRAUX

ANGERS
Siège social
2, square Lafayette - BP 406
49004 ANGERS CEDEX 01
Tél. 02 41 20 41 20
Fax 02 47 87 23 50

PARIS - VANVES
27, rue Louis-Vicat
75737 PARIS CEDEX 15
Tél. 01 47 65 20 00
Fax 01 46 45 52 36

VALBONNE
500, route des Lucioles
06560 VALBONNE
Tél. 04 93 95 79 00
Fax 04 93 65 31 96

BRUXELLES
53, avenue des Arts
B-1000 BRUXELLES
Tél. 00 322 545 11 41
Fax 00 322 545 11 44

NOTES