



NOTICE D'UTILISATION de la GRILLE D'ANALYSE DES PROJETS DE MISE EN PLACE D'OUVRAGE HYDROELECTRIQUE SOUMIS A INSTRUCTION

INTRODUCTION :

Après l'étude menée sur 33 bassins versants localisés sur le département de l'Ariège, et plus précisément sur le territoire du PNR, il a été déterminé **8 phases** successives d'informations importantes à récolter de façon à argumenter l'instruction des futurs projets d'implantation d'ouvrages hydroélectriques.

Afin de simplifier et de permettre l'utilisation de cette grille de lecture au plus grand nombre, nous allons analyser les différentes phases de la grille au travers de deux exemples concrets :

- **Cas 1 : Implantation d'une microcentrale au fil de l'eau sur le bassin versant de la Bouigane au point de coordonnées (Lat, Long) suivant : (485890.03 ; 1770934.11).**
- **Cas 2 : Implantation d'un grand barrage avec retenue sur le bassin versant de l'Artigue au point de coordonnées (Lat, Long) suivant : (525775.94 ; 1745951.44)**

Nous allons donc phase par phase développer les informations essentielles à obtenir et leurs interprétations.

Dans un premier temps, la localisation latitude, longitude permet de localiser le bassin versant et le site envisagé pour l'aménagement. Le choix du bassin dans la grille de lecture permettra (de façon automatique) d'obtenir les dimensions de ce bassin (aire drainée, longueur drain principal).

La grille a pour objectif d'analyser la pertinence du choix d'un emplacement pour la mise en place d'un ouvrage hydroélectrique, grâce à un certain nombre d'indicateurs qui vont être détaillés par la suite. Son organisation permet tout d'abord de traiter de façon conjointe les projets de grande et de petite hydraulique. Pour cela, six phases successives sont proposées et chacune de ces phases est découpée en plusieurs questions. Puis, à partir de la septième phase, le lecteur pourra alors faire le choix de la grande ou de la petite hydraulique.

PRESENTATION DES PHASES COMMUNES AUX DEUX TYPES D'INSTALLATIONS : GRANDE ET PETITE HYDRAULIQUE PHASE 1 à 5

Phase 1 Réglementation : Analyse des aspects réglementaires

Les aspects environnementaux sont aujourd'hui une donnée essentielle pour la réussite d'un projet. Dans un premier temps, il est indispensable de connaître les contraintes environnementales fortes, voire rédhibitoires existantes sur un bassin:

De façon à permettre une meilleure visualisation des contraintes environnementales sur chaque bassin versant, il est réalisé une fiche par bassin localisant les tronçons soumis à la réglementation (l'ensemble des fiches est fourni dans un document annexe).

- Cours d'eau classés :
 - doit comporter des dispositifs assurant la circulation des poissons migrateurs (liste des espèces migratrices fixée par décret)

- Cours d'eau réservés :
 - aucune autorisation ou concession ne sera donnée pour de nouvelles entreprises hydrauliques
 - les entreprises existantes, une autorisation pourra être accordée sans modification de la hauteur

- Cours d'eau remarquables :

-on distingue les cours d'eau remarquables en très bon état et en bon état.
Ces cours d'eau sont susceptibles d'être prochainement classés (prochaine loi sur l'eau et les milieux aquatiques 2014).

Pour cela, nous disposons de cartes synthétiques par bassin versant (cf. fiche par bassin) regroupant l'ensemble de la législation en vigueur.

Application aux deux cas d'exemple :

- **Cas 1 : Dans le cas de la Bouigane, on obtient la carte synthétique suivante :**

Sur cette carte (figure 1), on distingue les cours d'eau (CE) orphelins qui sont les cours d'eau anciennement classés ou réservés qui ne sont actuellement pas repris dans les listes proposées.

Actuellement, l'ensemble des affluents et le drain principal de la Bouigane sont réservés, c'est-à-dire non éligibles pour l'installation d'un nouvel ouvrage. Cependant, les nouveaux classements prévus par l'article L.214-17-I du code de l'environnement proposent qu'une partie du drain principal ne soit plus sélectionnée dans le nouveau zonage (tronçon du cours d'eau réservé orphelin).

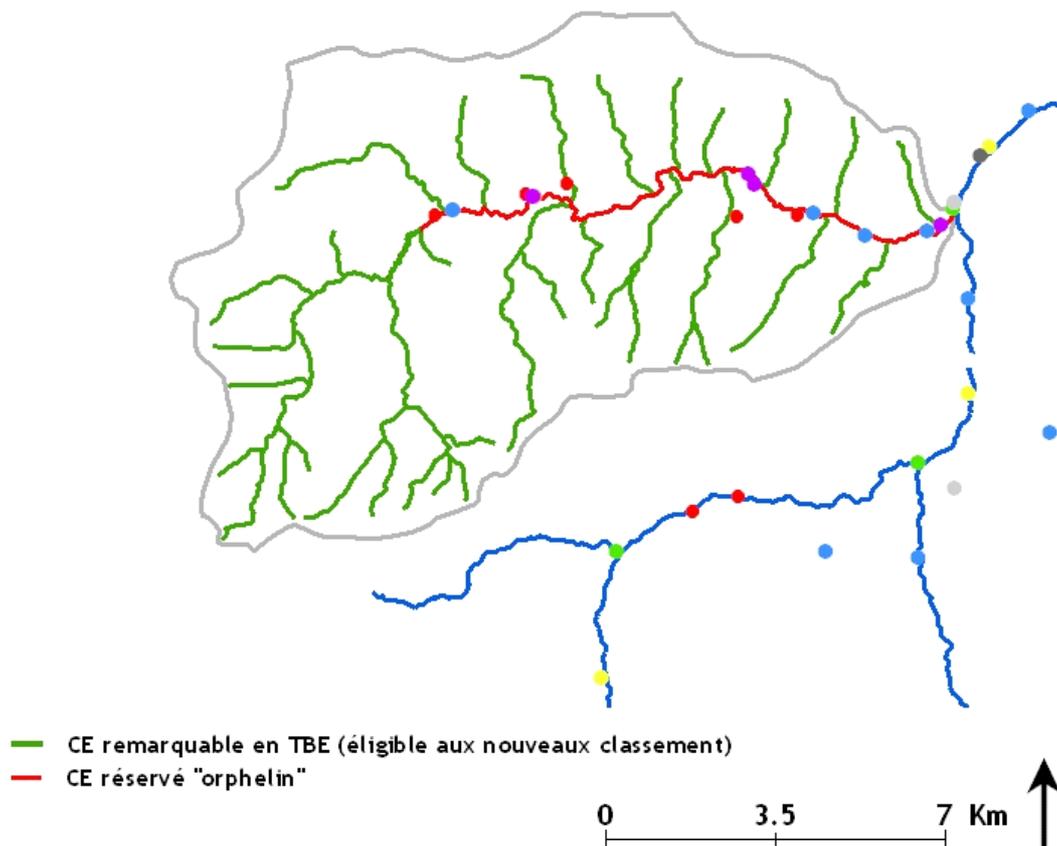


Figure 1. Carte de synthèse de la législation en cours sur le bassin de la Bouigane.

En conclusion, le tronçon identifié comme réservé « orphelin » est susceptible d'être à nouveau aménageable.

- **Cas 2 : Dans le cas de l'Artigue, on obtient la carte synthétique suivante :**

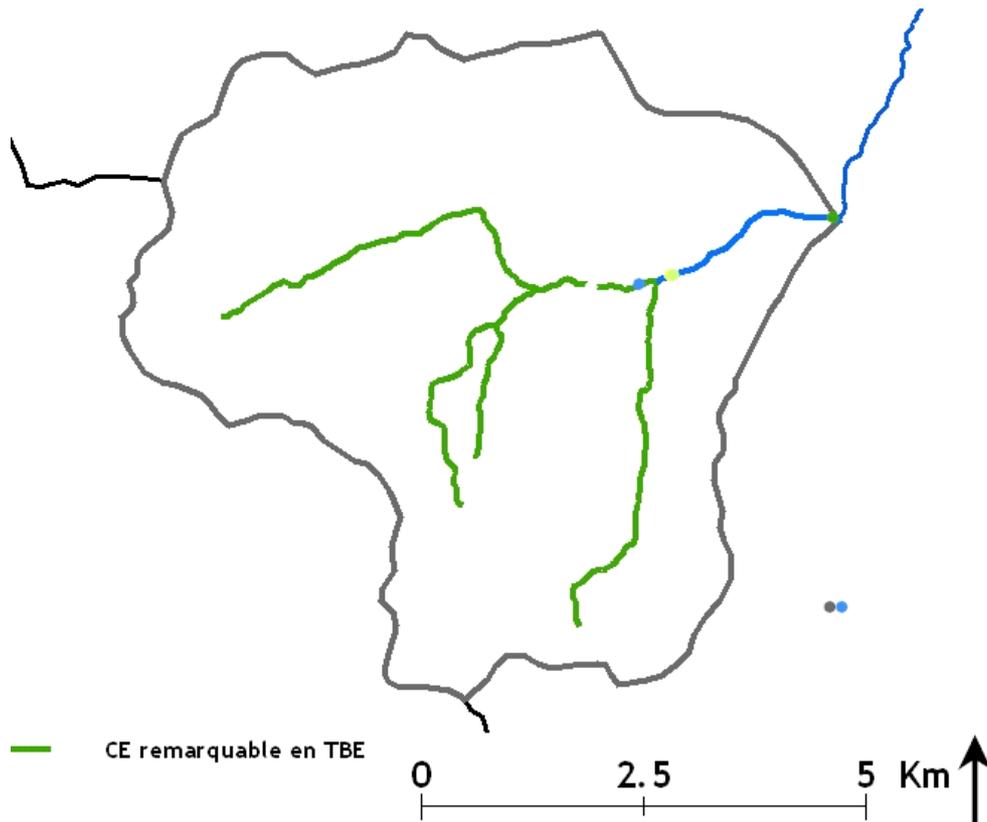


Figure 2 Carte de synthèse de la législation en cours sur le bassin de l'Artigue.

Sur cette carte (figure 2), on constate que les affluents de l'Artigue ainsi que l'amont du cours d'eau principal, sont des cours d'eau remarquables en très bon état écologique et donc sont éligibles aux nouveaux classements.

En conclusion, pour les années à venir, il est probable que seul l'aval du bassin de l'Artigue sera une zone potentiellement aménageable pour hydroélectricité car étant une zone non soumise à réglementation.

Phase 2 Analyse de la cohérence du projet avec le régime du cours d'eau: analyse des pentes

Il est important de faire un diagnostic de l'état des bassins versants avant la mise en place d'un nouvel ouvrage. Sur les 33 bassins de l'étude, il a été fait l'inventaire le plus exhaustif possible de tous les aménagements. Il est alors possible de calculer un nombre d'aménagements par bassin ainsi qu'une densité d'aménagement au mètre linéaire.

L'obtention de ces paramètres « simples » caractérisant l'état actuel du bassin par rapport aux aménagements est essentielle, en effet, cela permet un rapide premier diagnostic des pressions anthropiques déjà en place.

Un autre paramètre à connaître pour cette phase est la pente locale. Le lecteur devra alors prendre ce paramètre en compte pour la mise en place d'un nouvel ouvrage. Pour connaître la valeur de la pente locale du tronçon à aménager, le lecteur devra se référer aux fiches synthétiques par bassin ou bien demander que cette valeur soit fournie par le pétitionnaire. Une fois la valeur de la pente locale indiquée, le lecteur verra automatiquement apparaître le type de régime hydrologique associé au tronçon hydrologique à aménager ainsi qu'une note indiquant le type de projet pouvant être envisagé sur ce tronçon.

Attention :

Toutes les informations à fournir par le pétitionnaire sont marquées du signe suivant : 

.

Application aux deux cas d'exemple :

- **Cas 1 : Dans le cas de la Bouigane :**

Afin d'avoir un point de comparaison pour les valeurs obtenues, il est indiqué les valeurs statistiques (ensemble des 33 bassins) moyenne, maximum et minimum caractérisant la zone de l'étude.

Pour l'exemple de la Bouigane, on constate que c'est un bassin déjà fortement aménagé et présentant une pente locale moyenne caractéristique d'un régime torrentiel et donc plutôt approprié à de la petite hydraulique.

Dans le cas de la Bouigane, le bassin étant déjà aménagé les préconisations vont porter à la fois sur le choix du type d'ouvrage : petite hydraulique ou grande hydraulique et sur le site à aménager (par rapport aux ouvrages déjà en place).

Estimation des pressions anthropiques déjà en place

Consulter les fiches synthétiques par bassin versant

Densité am. a/km	<i>Remplissage automatique</i> 0.83	Nb Am.	<i>Remplissage automatique</i> 13.00
---------------------	--	-----------	---



Attention le bassin versant est déjà fortement aménagé.



Statistiques de la zone d'étude

	NB Am.	Densité Am.
MAX:	29.0	1.2
MIN	0.0	0.0
MOY	5.7	0.3

Estimation de la pente locale

Consulter les fiches synthétiques par bassin versant

Pente %	4
------------	---

Clic sur la case pour faire apparaître un menu déroulant

Altitude m	Plateau (300 et 500 m)
---------------	------------------------



R. Torrentiel



Plutôt approprié à la petite hydraulique

Remplissage automatique



Pour les bassins fortement aménagés, il est préconisé de bien choisir, à la fois le type d'ouvrage d'hydroélectrique à mettre en place (GH ou PCH) ainsi que l'emplacement potentiel pour sa construction. Le bassin étant déjà sensible, une nouvelle perturbation de son fonctionnement peut avoir de forts impacts sur l'écosystème.

- **Cas 2 : Dans le cas de l'Artigue**

Pour l'exemple de l'Artigue, on constate que c'est un bassin assez fortement aménagé pour sa taille et présentant une pente locale forte puisque supérieure à 6%, caractéristique d'un régime de torrent approprié à de la grande hydraulique.

Notre exemple de projet se situe sur le tronçon approprié à de la grande hydraulique. Il est à noter que le cas de l'Artigue est sensible, puisque c'est un bassin présentant une densité d'aménagement important pour sa taille.

Dans le cas de l'Artigue, là encore le bassin étant déjà aménagé les préconisations vont porter à la fois sur le choix du type d'ouvrage : petite hydraulique ou grande hydraulique et sur le site à aménager (par rapport aux ouvrages déjà en place).

Estimation des pressions anthropiques déjà en place

Consulter les fiches synthétiques par bassin versant

Densité am.
a/km 0.36

Nb
Am. 3



Attention le bassin versant est déjà fortement aménagé.



Statistiques de la zone d'étude

	NB Am.	Densité Am.
MAX:	29.0	1.2
MIN	0.0	0.0
MOY	5.7	0.3

Deux catégories de pentes locales sur le tronçon hydrologique de l'Artigue:

Estimation de la pente locale

Consulter les fiches synthétiques par bassin versant

Pente
% 5

Clic sur la case pour faire apparaître un menu déroulant

Altitude
m Montagne (>1000m)



Torent



Plutôt approprié à la Grande hydraulique



Remplissage automatique

Pour les bassins fortement aménagés, il est préconisé de bien choisir, à la fois le type d'ouvrage d'hydroélectrique à mettre en place (GH ou PCH) ainsi que l'emplacement potentiel pour sa construction. Le bassin étant déjà sensible, une nouvelle perturbation de son fonctionnement peut avoir de forts impacts sur l'écosystème.

Phase 3 : Analyse de la cohérence du projet avec la sensibilité morphologique des bassins.

Dans cette Phase 3, l'objectif est de tester la cohérence du projet avec la sensibilité morphologique des bassins.

Pour cela, les géomorphologues ont mis au point un certain nombre de paramètres quantitatifs permettant de décrire les formes du paysage et donc pouvant être des indices de la sensibilité du bassin à la mise en place d'un aménagement.

Pour la construction de cette grille de lecture, nous avons sélectionné les indices suivants :

- l'intégrale hypsométrique
- la densité de drainage
- localisation des points de rupture du profil en long (les knickzones)

Ces éléments caractérisent la « sensibilité » morphologique du bassin et donc son aptitude à réguler les effets provoqués par l'installation d'un ouvrage hydroélectrique.

L'intégrale hypsométrique (Ih) fournit une idée de l'inertie de hydrosystème. Un bassin présentant une forte intégrale hypsométrique sera fortement inertiel et donc répondra lentement à une impulsion de pluie. La mise en place d'une installation hydroélectrique sur le bassin conduira à la modification de la variabilité hydrologique naturelle du bassin. En effet, en provoquant des lâchures et des éclusées, les ouvrages hydroélectriques vont modifier la variabilité hydrologique du bassin ce qui peut avoir un effet néfaste sur l'écosystème associé.

De la même façon, la *densité de drainage (Dd)* renseigne sur le chevelu du réseau. Un réseau présentant un chevelu dense aura des temps de concentration des eaux longues et donc une réponse hydrologique lente, là encore c'est un indice concernant la sensibilité du bassin à la mise en place d'une structure perturbant fortement la variabilité hydrologique.

Il est également important d'analyser le *profil en long*. Ce profil permet de localiser les zones de ruptures. Une fois ces zones identifiées, il a été possible d'identifier leurs causes (géologique, morphologique, structurale, anthropique...). La construction d'un ouvrage sur ces zones de déséquilibre du profil peut provoquer une accentuation de ce déséquilibre et donc aura des conséquences sur le fonctionnement de l'hydrosystème.

Application aux deux cas d'exemple :

- **Cas 1 : Dans le cas de la Bouigane :**

L'analyse de la morphologie du bassin de la Bouigane conduit à montrer qu'il s'agit d'un bassin ne présentant pas de zone sensibles (de rupture) et peu inertiel. Cependant l'étude de son réseau de drainage montre un chevelu très dense pouvant être sensible à l'implantation d'ouvrage de grande hydraulique.

Dans notre cas d'exemple, le projet est la construction d'une petite centrale hydroélectrique.

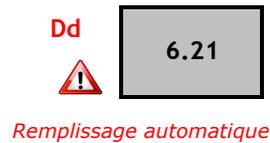
Intégrale Hypsométrique: caractérise l'inertie du système



Interprétations 

Bassin à réponse rapide-> moins grande sensibilité à l'implantation d'un ouvrage hydroélectrique

Densité de drainage: caractérise le chevelu du réseau



Interpretations: 

Chevelu dense: temps de concentration des eaux lent -> l'implantation d'un barrage va provoquer des crues artificielles susceptibles de modifier le fonctionnement hydrologique du bassin

Synthèse

 Remplissage automatique



Bassin ne présentant pas de zone de rupture, mais présentant un chevelu dense. Le bassin sera donc sensible à l'implantation d'ouvrage de grande hydraulique, il est plutôt approprié à l'implantation de petite centrale hydroélectrique.

- **Cas 2 : Dans le cas de l'Artigue**

Le bassin de l'Artigue présente une grande rupture de pente d'origine géologique, il est également assez inertiel mais présente un chevelu de réseau peu développé. L'analyse de sa morphologie conduit donc à dire que les temps de concentration des eaux sur ce bassin seront plutôt lents, la mise en place d'un ouvrage de grande hydraulique sur le bassin sera donc susceptible de modifier le fonctionnement hydrologique du bassin et donc d'en affecter l'écosystème associé.

Il est donc dans un cas comme celui de l'Artigue conseillé de :

- bien choisir le site d'installation et la centrale hydroélectrique puisqu'il est susceptible d'être sensible
- de bien comprendre le fonctionnement naturel du cours d'eau de façon à « tenter » de reproduire ces fluctuations hydrologiques naturelles.

Intégrale Hypsométrique: caractérise l'inertie du système

Ih



0.57

Remplissage automatique

Interprétations:



Bassin inertielle, susceptible d'être sensible à une perturbation du lit majeur -> si on provoque une accélération temps de réponse (notamment par les éclusés)

Densité de drainage: caractérise le chevelu du réseau

Dd



0.98

Remplissage automatique

Interprétations:



Chevelu peu important: temps de concentration des eaux rapide-> l'implantation d'un barrage va provoquer des crues artificielles, proche du régime naturel du cours d'eau

Synthèse



Remplissage automatique



Bassin présentant une grande rupture de pente d'origine géologique, il est également assez inertielle mais présente un chevelu de réseau peu développé. C'est un bassin présentant de risque d'être sensible à l'aménagement d'ouvrage de grande hydraulique.

Phase 4 : Analyse des indices à disposition concernant l'état écologique des cours d'eau

L'étude n'avait pas pour rôle d'acquérir des données écologiques sur l'ensemble des bassins, il nous a donc fallu utiliser les données caractérisant l'état écologique des cours d'eau existantes à savoir les indices :

-**IBGN (Indice biologique générale normalisé)** : capacité globale d'un cours d'eau à héberger les communautés d'invertébrés aquatiques compte tenu de la qualité de l'eau et des habitats. L'IBGN est fondé sur 138 taxons dont 38 sont des bio-indicateurs donnant une note sur 20.

-**IPR (Indice poisson rivière)** : évalue la différence entre la structure du peuplement de poissons échantillonnés et celle d'un peuplement de référence, attendue en absence de toute perturbation. L'IPR est une note à partir de laquelle une grille de classification à 5 niveaux est développée.

Il n'existe pas de nombreuses mesures de ces indices, cependant même s'ils ont des limites puisqu'ils ne caractérisent pas la structure des peuplements mais seulement identifient l'absence ou présence de différentes espèces, ils sont cependant les seuls indicateurs à disposition.

Des études réalisées par le Cemagref (2009), ont déjà posé la question de l'évolution de l'indice IBGN, par exemple pour :

- Mise en conformité / DCE
- Evolution vers un outil de diagnostic
- Ne pas perdre toutes les chroniques historiques
- Mise en cohérence avec les autres méthodes européennes :
 - Faciliter les comparaisons entre pays
 - Faciliter intercalibration des nouveaux outils/indices

L'objectif final de l'évolution de l'IBGN est d'utiliser une combinaison de métriques taxonomiques et fonctionnelles apportant des informations complémentaires sur la communauté en place :

- Indice d'évaluation (rapportage à l'Europe)
- Indice de diagnostic

Cependant, il a été décidé que tant que ce nouvel indice n'est pas construit on garde l'indice IBGN pour assurer la compatibilité du suivi. C'est ce que nous avons réalisé dans cette grille.

Attention : La grille de lecture étant un objet que l'on peut améliorer et modifier en fonction de la modification des lois, de l'évolution des critères pouvant caractériser le milieu, dès la validation d'un nouvel indice, il sera alors intéressant de l'intégrer à la grille de lecture.

Application aux deux cas d'exemple :

- **Cas 1 : Dans le cas de la Bouigane :**

La Bouigane ne dispose pas de station IBGN. Seul le Lez présente une station en aval. Dans ce cas, il est préconisé de demander au pétitionnaire de réaliser cette mesure et également d'établir la structure des peuplements d'invertébrés (taille, densité...). De plus, il est également intéressant une fois la valeur d'IBGN connue de demander le suivi et le maintien de cette valeur si l'implantation de l'ouvrage a lieu.

Caractérisation du cours d'eau à héberger des communautés d'invertébrés aquatiques (IBGN)

Y a-t-il une station de mesure IBGN sur ce bassin?

Conulter les cartes d'IPR diponibles sur cette zone
Clic sur la case pour faire apparaître un menu déroulant
Il n'y a que 5 stations disponiblessur le territoire du PNR ! 

non

SI "oui", qu'elle est la note de la station a proximité ?

Clic sur la case pour faire apparaître un menu déroulant

IBGN

Qualité hydrobiologique en fonction de l'indice d'invertébrés aquatiques:

Significations

Qualité



Préconisation

Préconisation

De la même façon, la Bouigane ne dispose pas de station de mesure IPR. Il est donc là encore conseillé de demander au pétitionnaire la mesure de cet indice ainsi que la caractérisation de la structure des peuplements piscicoles.

Caractérisation des peuplements piscicole (IPR)

Y a-t-il une station de mesure IPR sur ce bassin?

Conulter les cartes d'IPR diponibles sur cette zone
Clic sur la case pour faire apparaître un menu déroulant

non

SI "oui", qu'elle est la note de la station a proximité ?

Clic sur la case pour faire apparaître un menu déroulant

IPR

Qualité hydrobiologique en fonction de l'indice poisson:

Significations

Qualité



Synthèse

Si nous ne disposons pas d'indice IBGN, il est préconisé de demander au pétitionnaire, de réaliser à la fois cette mesure mais également compléter l'étude par la caractérisation des invertébrés présentes (taille , densité...) pour différentes période de l'année. De plus, il est également intéressant une fois la valeur d'IBGN connue de demander le maintien de cette valeur et son suivi si l'implantation de l'ouvrage à lieu.

- Cas 2 : Dans le cas de l'Artigue

Là encore, nous ne disposons pas des mesures de ces indices (IBGN, IPR) sur le bassin de l'Artigue. Dans ce cas, il est demandé au pétitionnaire de réaliser la mesure et le suivi de ces indices, de façon à maintenir un bon état écologique du cours d'eau. Il est de plus très important de caractériser la structure des peuplements piscicoles, invertébrés et diatomées.

Phase 5: Analyse de la variabilité naturelle des cours d'eau

Cette phase sert à évaluer le cadre de variations naturelles des débits du cours d'eau à aménager dans le but de conserver les valeurs moyennes de débit. Ces valeurs sont en effet en adéquation avec l'écosystème associé. L'écosystème supporte les écarts de cette valeur moyenne mais est sensible à de trop longs ou trop importants écarts de cette valeur. L'étude réalisée ici a montré l'importance du maintien de trois paramètres clé des séries de débit :

- Amplitude des fluctuations hydrologiques
- Fréquence des crues et des étiages
- Saisonnalité : positionnement durant l'année hydrologique des événements extrêmes (qui eux sont en adéquation avec le rythme naturel de l'écosystème).

En fonction du type d'ouvrage hydroélectrique, les effets sur les débits sont différents :

-*Petite centrale hydroélectrique (PCH)* au fil de l'eau: ne modifient pas les débits, seulement elles peuvent nécessiter le court-circuitage d'un tronçon hydrographique. Sur ces tronçons, les modifications hydrologiques peuvent provoquer des impacts sur les écosystèmes très graves.

-*Grande centrale hydroélectrique (GCH)* à retenue (=réservoir) ou à transfert d'énergie ont des effets très importants sur les rivières puisqu'elles modifient les fluctuations hydrologiques naturelles pour appliquer un débit réservé correspondant à 1/10^{ème} du module. Cette valeur est de plus inappropriée puisque qu'elle n'est jamais sur la zone d'étude atteinte dans un « cycle hydrologique naturel » (cf rapport).

La première étape de cette phase est la détermination du débit moyen annuel, pour de nombreux bassins, la DREAL (Direction régional de l'environnement de l'aménagement et du logement) ne propose pas de mesure de débit. Il est alors préconisé de demander au pétitionnaire de réaliser la mesure de débit sur une année. Ce suivi serait intéressant puisqu'il permettra d'identifier le cadre des fluctuations hydrologiques naturelles (Amplitude, fréquence, Saison), de façon à demander au pétitionnaire de suivre ce rythme naturel du cours d'eau. Mais cela permettra également de recalibrer ces mesures par rapport à celles acquises sur un autre bassin à proximité et donc de situer les fluctuations hydrologiques du bassin par rapport à la variabilité interannuelle existant par ailleurs.

Application aux deux cas d'exemple :

- **Cas 1 : Dans le cas de la Bouigane :**

Dans le cas de la Bouigane nous ne disposons pas de station de la Banque Hydro, il faut donc demander au pétitionnaire :

- mesure du débit du cours d'eau et son suivi (1 an serait un suivi intéressant) de façon à pouvoir le replacer par rapport aux fluctuations interannuelles.

- évaluation du profil de vitesse et de température existant sur le tronçon à aménager. Une fois le faciès de végétation obtenu, il est recommandé de demander le maintien de la végétation originelle caractéristique du fonctionnement naturel du cours d'eau.

Valeur du débit moyen journalier annuel (m3/s)



Très peu de station de mesure hydrométrique sont disponibles



Demander de calcul de la valeur du débit au niveau du lieu d'implantation du futur ouvrage

Y a-t-il une station Banque hydro à proximité?

Clic sur la case pour faire apparaître un menu déroulant

Consulter la carte de localisation des stations hydrométriques

Quel est la nature du profil de vitesse du tronçon à aménager ?

A déterminer en fonction des organismes qui vivent dans l'hydrosystème

Clic sur la case pour faire apparaître un menu déroulant



Demander au pétitionnaire une bilan de la nature de la végétation en place.

Il est ensuite demandé la longueur de cours d'eau déjà court-circuité sur le bassin. Dans le cas de la Bouigane le pourcentage de cours d'eau court-circuité par rapport à la longueur de la rivière est de 0 % ce qui est faible pour la région.

Y aura-t-il un tronçon court-circuité?

Clic sur la case pour faire apparaître un menu déroulant
Consulter les fiches synthétiques par bassin versant

Longueur de tronçon court-circuité déjà en place (en Km) ?

Remplissage automatique

Pourcentage du cours d'eau naturel court-circuité (en %) ?



Préconisation:

- **Cas 2 : Dans le cas de l'Artigue**

Dans le cas de l'Artigue, le pourcentage de cours d'eau court-circuité par rapport à la longueur de la rivière est de 2.94% ce qui est faible pour la région.

NOTICE GRILLE DE LECTURE

Y aura-t-il un tronçon court-circuité?

Clic sur la case pour faire apparaître un menu déroulant
Consulter les fiches synthétiques par bassin versant

oui

Pourcentage du cours d'eau naturel court-circuité (en %) ?

Longueur de tronçon court-circuité déjà en place (en Km) ?

Remplissage automatique

0.243

2.94



Préconisation:

Faible présence de tronçons court-circuités, le cours d'eau est encore préservé

DISTINCTION DE LA GRANDE ET DE LA PETITE HYDRAULIQUE pour les PHASES 6 ET 7:

PETITE HYDRAULIQUE :

Exemple de la Bouigane sera utilisé dans ce cas.

Phase 6: Analyse de la zone d'influence du projet et de sa situation au regard des autres aménagements

Pour cette phase, se sont les effets cumulés des barrages sur un tronçon hydrographique qui sont pris en compte. En effet, les PCH ne vont pas avoir d'effet sur les débits (hormis les tronçons court-circuités), leurs effets seront surtout liés à la fragmentation de l'écosystème provoquée par la construction de plusieurs ouvrages successifs formant des barrières difficilement franchissables.

Pour cette phase le pétitionnaire doit fournir un certain nombre d'informations :

- la hauteur de la retenue
- la pente du tronçon à aménager

- Cas 1 : Dans le cas de la Bouigane

Nous choisissons d'être dans le cas d'un ouvrage d'une hauteur de 3m, localisé sur un tronçon hydrologique présentant une pente de 4%. On obtient donc une zone de sensibilité autour de l'ouvrage à respecter de 75 m. Il est donc important qu'il n'y ait pas d'ouvrage dans cette zone dite de sensibilité. Pour connaître ces informations, il suffit de consulter la carte de zone sensible ou « zone tampon » disponible dans le rapport et également disponible au format SIG (ArcGIS) (figure3).

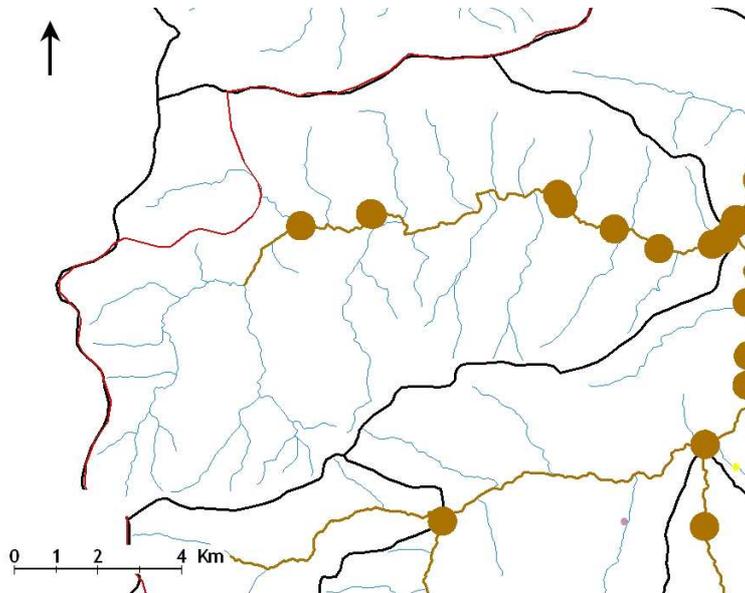


Figure 3 Carte des zones sensibles

Estimation de la zone d'influence des barrages: zone de sensibilité du tronçon hydrographique.

Quelle est la hauteur de la retenue en (m)?

! A demander au pétitionnaire

3

Pente du tronçon à aménager (en °)?

! A demander au pétitionnaire (déjà fournie en PHASE 2)

2.29

CONVERSION

pente en %

4.00

en degrés

2.29

Estimation de la zone d'influence de la retenue (en m)

calcul automatique de la zone de sensibilité



75.0

Y a-t-il des ouvrages déjà en place dans cette zone "de sensibilité" de ce projet

Clic sur la case pour faire apparaître un menu déroulant

Consulter les cartes synthétiques par bassin versant pour visualiser "les zones sensibles" existantes

Non



Préconisation:

La zone d'implantation n'est pas déjà soumise à l'influence des ouvrages présents. La zone est donc éventuellement aménageable.

Phase 7: Estimation des hauteurs de chute cumulées

Cette phase consiste à faire le bilan des hauteurs de chute déjà en place sur le bassin et de les comparer au dénivelé naturel du cours d'eau. Une fois les informations concernant le nombre et les hauteurs de aménagements déjà construits obtenus, il est possible de calculer automatiquement la hauteur de chute cumulée.

L'étude menée ici a déterminé un seuil critique de hauteur de chute cumulée pouvant présenter des risques pour l'écosystème. Ce seuil a été déterminé en fonction de la bibliographie, du contexte morphologique local (région pyrénéenne) et des caractéristiques des bassins versants locaux au regard des aménagements (densité d'ouvrage locale).

- Cas 1 : Dans le cas de la Bouigane

Dans le cas de la Bouigane, la hauteur de chutes cumulées est de 6.66%, ce qui signifie que les pressions anthropiques déjà en place sur le bassin sont très fortes et donc le bassin est susceptible d'être sensible à l'implantation d'un nouvel ouvrage.

Qu'elle est le nombre d'ouvrage sur le cours d'eau?

Consulter les fiches synthétiques par bassin versant

13

Qu'elles est la somme des hauteurs des ouvrages déjà en place (en m) ?

! *Demander cette information au pétitionnaire (Information disponible par...)*

13.99

Quelle est la dénivelée naturelle du profil en long de la rivière (en m)?

Remplissage automatique une fois le bassin versant sélectionné

210

Estimation de la hauteur de chute cumulée en % :

Calcul automatique

6.66

Synthèse



Attention: on dépasse un seuil de hauteurs de chutes artificielles cumulées dépassant 5% de la dénivelé naturelle, ce qui dans ce contexte(Pyrénées=caractérisé par de fortes altitudes) est très important. Les pressions anthropiques déjà en place sur le bassin sont fortes donc susceptibles d'être sensibles à la mise en place d'un nouvel ouvrage.

GRANDE HYDRAULIQUE :

Exemple de l'Artigue sera utilisé dans ce cas.

Phase 6: Analyse du lien entre impacts hydrologiques et biologiques

Cette phase consiste à analyser les valeurs de débit (disponibles ou fournies par le pétitionnaire) de façon à contraindre le cadre de variation des fluctuations hydrologiques naturelles.

Une fois la station hydrométrique choisie, il apparaît à la fois les valeurs de module mensuel interannuel, soit par exemple les débits de tous les mois de janvier sur toute la période de mesure. On obtient également les valeurs de débit d'étiage et de débit réservé (1/10^{ème}) pour cette station.

Il est également calculé plusieurs paramètres de l'hydrogramme habituellement utilisé dans les études d'impacts réalisés aux Etats Unis (Nislow et al., 1996). Ces paramètres sont les suivants :

- Débit minimum
- Débit minimum pour 3 jours successifs
- Débit maximum
- Débit maximum pour 3 jours succesifs
- Débit de base (*Base flow*)
- Durée des crues importantes (*Hi pulse L*)
- Nombre de crues importantes (*Hi pulse #*)
- Durée des petites crues (*Lo pulse L*)
- Nombre de petites crues (*Lo pulse count*)
- Taux d'accroissement (*Rise rate*)
- Plus fort pic de crue (*High1 peak*)
- Plus faible débit d'étiage (*Xlow1 peak*)
- Jour où le débit est minimum (*Date max*)
- Jour où le débit est maximum (*Date min*)

Ces paramètres sont utiles pour estimer le cadre de variation des fluctuations naturelles du débit. Ainsi, il est recommandé de conserver les paramètres d'amplitude, de fréquence et les variations saisonnières des débits.

Cas 1 : Dans le cas de l'Artigue

Nous disposons d'une station sur le bassin de l'Artigue qui est la station d'Auzat. On constate que le débit réservé est en dessous du débit d'étiage. De plus on constate que le débit au niveau de cette station peut être multiplié par dix entre le mois de janvier et le mois de juin.

On constate que le débit est au plus bas durant les mois janvier/février et maximum pour les mois de Mai/Juin. Si l'on veut respecter les fluctuations naturelles de l'hydrosystème, il convient de ne pas accentuer les étiages et les crues (en amplitude et en fréquence).

 **Y a-t-il une station hydrométrique à proximité?**
Clic sur la case pour faire apparaître un menu déroulant
stations de la Banque Hydro (carte de localisation fournie dans le rapport)

Artigue à Auzat

Si oui, quel est le débit moyen pour chaque mois "naturel" (en m³/s)
 Demander au pétitionnaire

Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	MOYENNE	ECARTYPE
0,32	0,32	0,55	1,01	2,85	3,61	1,84	0,78	0,56	0,71	0,57	0,44	1,13	1,07

Débit d'étiage (m³/s)

0,152

Débit réservé (m³/s)

0,129

Quelques paramètres du modèle IHA (Richter et al., 1996) (moyenne sur la période de mesure à disposition)

1-day min	3-day min	1-day max	3-day max	Base flow	Lo pulse count	Lo pulse L	Hi pulse #	Hi pulse L	Rise rate	High1 peak	Xlow1 peak	Date max	Date min
0,138	0,15	9,57	7,08	0,12	7,85	8,63	11,83	2,51	0,17	1,33	0,15	192,98	195,51



La définition des paramètres est à consulter dans le rapport.

En nombre de jour
(365 j= 1an)

Nous simulons un débit réservé de à 0.1 m³/s, il apparaît que cette valeur est toujours en dessous de la valeur du débit d'étiage, il semble alors important de préconiser de rester dans la gamme variabilité hydrologique naturelle.

Qu'elle sera le débit réservé appliqué au tronçon hydrologique (en m³/s) ?

 Demander au pétitionnaire

0.1

Est-ce que la valeur de débit réservé est adaptée ?

Clic sur la case pour faire apparaître un menu déroulant

Comparaison des débits moyens mensuels et du débit d'étiage avec le débit réservé

non

Interprétations



Débit réservé toujours en dessous de la valeur de débit moyen mensuel. Attention, il est important de revenir à la valeur du module, et donc de modifier le volume de régulation (de la retenue)

L'étude des séries de débit par l'analyse multifractale permet de déterminer si les débits sont perturbés par les installations en place et donc sont des rivières sensibles à l'implantation d'un nouvel ouvrage.

L'étude des courbes multifractales permet d'extraire deux paramètres dont les valeurs nous donnent des informations quant à la nature des séries de débit (cf. rapport)

Pour l'Artigue, on constate que les valeurs de α et C1 sont les suivantes:

- $\alpha = 1.2$, débit présentant peu de discontinuités.
- $C1 = 0.24$, est caractéristique d'un fonctionnement naturel altéré.

Analyses multifractales deux paramètres importants : α et C1

1. Paramètre α : caractérise l'hétérogénéité de la chronique et la répartition des discontinuités (faibles, fortes, moyennes)

Quelle est la station de la Banque Hydro à proximité ?
Clic sur la case pour faire apparaître un menu déroulant

Artigue à Auzat

Valeur du paramètre α
Remplissage automatique

1,2

Interprétations:



alpha faible = peu de discontinuité

2. Paramètres C1: degré de complexité du fonctionnement de l'hydrosystème

Paramètre qui varie entre 0 et 2.

Valeur du paramètre C1
Remplissage automatique

0,24

Interprétations:



C1 moyen = fonctionnement naturel altéré

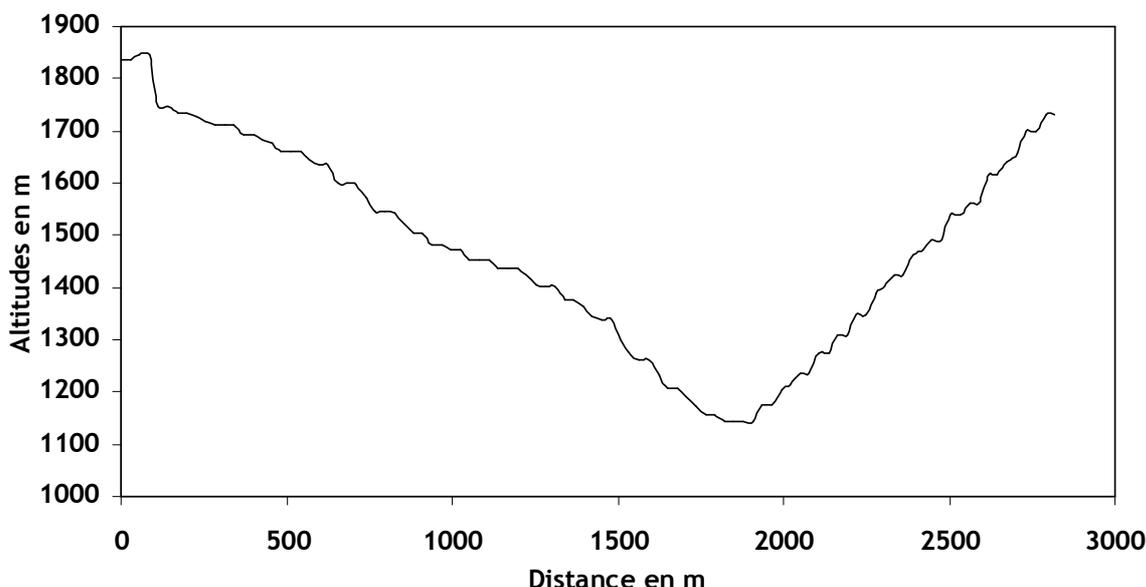
Phase 6: Analyse de la cohérence entre les variations de la hauteur d'eau prévue et la morphologie du lit de la rivière

Cette phase vise à estimer la hauteur d'eau compatible avec la morphologie locale du site. En effet en fonction de l'incision de la rivière dans la vallée, de grandes fluctuations des hauteurs d'eau sont susceptibles de provoquer des effets sur l'écosystème environnant.

Cas 1 : Dans le cas de l'Artigue

Dans le cas de l'Artigue, on simule une hauteur d'eau comprise entre 0.5 et 1 m. Il est recommandé de demander au pétitionnaire de réaliser une coupe transversale du tronçon hydrographique de façon à projeter les variations de hauteur d'eau sur la morphologie locale. En fonction de la morphologie locale il a été déterminé des seuils de variations de la hauteur d'eau. Dans ce cas simulé sur le bassin de l'Artigue avec une hauteur d'eau de 0.6 m, on constate que la vallée est suffisamment incisée pour pouvoir permettre de plus fortes variations d'amplitude, par exemple on préconise une variation entre 0.57 m et 0.63 m.

Carte du profil transversal :



Coupe transversale de l'Artigue au point supposé de l'implantation du nouvel ouvrage obtenue à partir du MNT.

Quelle est la hauteur d'eau moyenne actuelle (en m) ?

 Demander au pétitionnaire

Clic sur la case pour faire apparaître un menu déroulant

0.5 -> 1

Caractérisation de la morphologie locale:

Est-ce que le site choisi est fortement encaissé (incise-t-il fortement le paysage) ?

Remplissage automatique

 Demander au pétitionnaire un bilan de la nature morphologique de l'emplacement

Demande de réalisation d'un profil transversal de façon à quantifier la morphologie du cours d'eau.

Rivière localisée sur une plaine et donc très sensible à de fortes variations de hauteur d'eau.

Valeur exacte de la hauteur d'eau moyenne actuellement sur le tronçon à aménager ?

0,6

Détermination d'un seuil critique minimum de hauteur d'eau à ne pas dépasser:

Valeur minimale de hauteur d'eau à ne pas diminuer en m :
Calcul automatique

0,48

Valeur maximale de hauteur d'eau à ne pas dépasser en m:
Calcul automatique

0,72

Synthèse

Il est important de contraindre les effets des variations de hauteur d'eau sur la morphologie locale du cours d'eau. Dans le cas de plaine, les hauteurs d'eau sont primordiales, leurs variations ne peuvent pas s'écarter de façon importante du régime naturel de façon à ne pas provoquer des dommages sur les abris des berges, la ripisylve et les surfaces "normalement" mouillées.



Conclusions :

Cas 1 :

Synthèse de la simulation de l'instruction d'un dossier concernant la mise en place d'un ouvrage de petite hydraulique sur le bassin de la Bouigane au point de coordonnées suivants : (485890.03 ; 1770934.11).

- **Phase 1** : Le site d'implantation supposé ne se situe pas sur un tronçon hydrographique soumis à réglementation puisqu'il s'agit d'un cours d'eau orphelin non éligible au nouveau classement.

- **Phase 2** : le site d'implantation de l'ouvrage supposé se trouve au niveau d'un tronçon hydrographique présentant une pente de 4%. C'est donc un site aménageable en petite hydraulique. Cependant le bassin présente déjà de nombreux ouvrages en place, il est donc préconisé de bien choisir l'emplacement d'un nouvel ouvrage éventuel pour ne pas faire peser trop de pressions anthropiques sur le bassin.

- **Phase 3** : la morphologie du bassin de la Bouigane conduit à montrer qu'il s'agit d'un bassin ne présentant pas de zone sensible (de rupture) et peu inertiel. Cependant l'étude de son réseau de drainage montre un chevelu très dense pouvant être sensible à l'implantation d'ouvrage de grande hydraulique. Cependant nous simulons la construction d'un ouvrage de petite hydraulique.

- **Phase 4** : nous ne disposons pas des mesures de ces indices (IBGN, IPR, IBD) sur le bassin de la Bouigane. Dans ce cas, il est surtout préconisé de demander au pétitionnaire :

- ✓ de réaliser la mesure et le suivi de ces indices, de façon à maintenir un bon état écologique du cours d'eau ;
- ✓ de caractériser la structure des peuplements piscicoles, invertébrés et diatomées ;

- **Phase 5** : cette phase consiste à identifier le cadre des fluctuations hydrologiques naturelles adéquates à l'écosystème environnant. Dans le cas de la Bouigane nous ne disposons pas de station de la Banque Hydro, il faut donc demander au pétitionnaire :

- mesure du débit du cours d'eau et son suivi (1 an serait un suivi intéressant) de façon à pouvoir le replacer par rapport aux fluctuations interannuelles.

- évaluation du profil de vitesse et de température existant sur le tronçon à aménager. Une fois le faciès de végétation obtenu, il est recommandé de demander le maintien de la végétation originelle caractéristique du fonctionnement naturel du cours d'eau.

- **Phase 6 PH** : Cette phase a pour objectif de prendre en compte les effets cumulés des barrages sur un tronçon hydrographique. Pour cette phase le pétitionnaire doit fournir un certain nombre d'informations :

- la hauteur de la retenue
- la pente du tronçon à aménager

Nous choisissons le cas d'un ouvrage d'une hauteur de 3m, localisé sur un tronçon hydrologique présentant une pente de 4%. On obtient donc une zone de sensibilité autour de l'ouvrage à respecter de 75 m. Il est donc important qu'il n'y ait pas d'ouvrage dans cette zone dite de sensibilité.

Dans notre cas nous nous situons en dehors de la zone d'influence des autres aménagements.

- **Phase 7 PH** : Cette phase consiste à faire le bilan des hauteurs de chute déjà en place sur le bassin et de les comparer au dénivelée naturel du cours d'eau. Dans le cas de la Bouigane, la hauteur de chutes cumulées est de 6.66%, ce qui signifie que les pressions anthropiques déjà en place sur le bassin sont très fortes et donc le bassin est susceptible d'être sensible à l'implantation d'un nouvel ouvrage.

En conclusion, on constate que le bassin de la Bouigane est un bassin « sensible », puisqu'il est déjà fortement aménagé, cependant certaines parties de son drain principal ne sont pas soumises à réglementation ni à l'influence des ouvrages déjà en place. Cependant, l'étude des hauteurs cumulées d'ouvrages sur la Bouigane montre que c'est un bassin sensible. La morphologie du bassin ne montre cependant pas de grande sensibilité à la mise en place d'une retenue.

Si la mise en place d'un nouvel ouvrage est envisagée, il faut préconiser de demander au pétitionnaire d'effectuer un investissement préalable nécessaire pour le maintien du bon état écologique des cours d'eau:

- demande de mesure de débit (mesures hydrométriques suivie sur 1an par exemple au pas de temps journalier) ;
- demande d'étude écologique et biologique (mesure d'indice IBGN, IPR) ;
- demande de mise en place et entretien de passes à poissons ;
- demande de caractérisation de la structure des peuplements piscicoles et de la faune environnante.

Cas 2 :

Synthèse de la simulation de l'instruction d'un dossier concernant la mise en place d'un ouvrage de grande hydraulique sur le bassin de l'Artigue au point de coordonnées suivants : (525775.94 ; 1745951.44).

- **Phase 1** : Le site d'implantation supposé ne se situe pas sur un tronçon hydrographique soumis à réglementation.

- **Phase 2** : le site d'implantation de l'ouvrage supposé se trouve au niveau d'un tronçon hydrographique présentant une pente forte puisque supérieure à 6%. C'est donc un site aménageable en grande hydraulique. Cependant le bassin présente déjà des ouvrages en place, il est donc préconisé de bien choisir l'emplacement d'un nouvel ouvrage éventuel pour ne pas faire peser trop de pressions anthropiques sur le bassin.

- **Phase 3** : la morphologie du bassin de l'Artigue conduit à préconiser une grande attention quant au choix de la mise en place d'un aménagement de grande hydraulique. L'Artigue est un bassin assez inertiel. En effet, les temps de concentration des eaux de ce bassin sont relativement lents et donc seront sensibles à un ouvrage provoquant une modification de son fonctionnement par des éclusées fréquentes par exemple. En ce qui concerne la rupture de pente, l'emplacement supposé de notre nouvel ouvrage ne se trouve pas à proximité de cette rupture.

- **Phase 4** : nous ne disposons pas des mesures de ces indices (IBGN, IPR, IBD) sur le bassin de l'Artigue. Dans ce cas, il est surtout préconisé de demander au pétitionnaire :

- ✓ de réaliser la mesure et le suivi de ces indices, de façon à maintenir un bon état écologique du cours d'eau ;
- ✓ de caractériser la structure des peuplements piscicoles, invertébrés et diatomées ;

- **Phase 5** : cette phase consiste à identifier le cadre des fluctuations hydrologiques naturelles adéquates à l'écosystème environnant. Pour cette phase le pétitionnaire doit fournir un certain nombre d'informations concernant le débit et les profils de vitesse pour le tronçon à aménager :

- mesure du débit du cours d'eau et son suivi (1 an serait un suivi intéressant) de façon à pouvoir le replacer par rapport aux fluctuations interannuelles.

- évaluation du profil de vitesse et de température existant sur le tronçon à aménager. Une fois le faciès de végétation obtenu, il est recommandé de demander le maintien de la végétation originelle caractéristique du fonctionnement naturel du cours d'eau.

- **Phase 6 GH** : Cette phase a pour objectif de faire le lien entre le fonctionnement hydrologique et l'état écologique du cours d'eau. Deux cas sont possibles :

- Si l'on dispose d'une station de la banque hydro sur le bassin à aménager, alors les paramètres du modèle (IHA) sont extraits automatiquement, et dans un tableau récapitulatif, on peut visualiser les effets de la modification de chaque « groupe » de paramètres sur l'écosystème. Il est ainsi recommandé de conserver ce cadre de fluctuations ainsi défini de façon à ne pas provoquer de changements importants sur les habitats et les écosystèmes.

De la même façon, durant cette étude il a été réalisé une étude statistique non traditionnelle appelée étude multifactale fournissant une idée des pressions déjà en place sur les cours d'eau jaugés de la région.

Dans le cas de l'Artigue, nous disposons de la station d'Auzat, on constate que les mesures de débits montrent une rivière fortement perturbée, d'une part par un phénomène naturel : le régime nival, et d'autre part par l'influence anthropique déjà forte sur ce bassin.

De plus il est préconisé de demander la valeur du débit réservé à appliquer sur le tronçon de façon à constater si elle correspond à une gamme supportée de variation par l'hydrosystème.

- **Phase 7 GH** : Cette phase consiste en l'étude du profil transversal de la rivière au point d'installation de l'ouvrage. Il est conseillé de demander au pétitionnaire de réaliser le profil transversal. Dans le cas de l'Artigue, il apparaît que l'incision du profil est assez importante au niveau du site d'implantation potentiel de l'ouvrage, permettant une variation de la hauteur d'eau dans le tronçon hydrologique importante.

En conclusion, on constate que le bassin de l'Artigue est un bassin « sensible », puisqu'il est déjà soumis à un certain nombre de pressions anthropiques. L'installation d'un ouvrage de grande hydraulique doit donc supposer un certain nombre de précautions :

- sur les hauteurs d'eau

- sur le débit réservé

- sur les fluctuations saisonnières

- sur l'amplitude des crues et des étiages en aval de l'ouvrage

De plus, l'implantation de l'ouvrage doit susciter un certain nombre d'investissements nécessaires pour le maintien de l'état écologique des rivières :

- demande de mesure de débit (mesures hydrométriques suivie sur 1an par exemple au pas de temps journalier) ;

- demande d'étude écologique et biologique (mesure d'indice IBGN, IPR) ;

NOTICE GRILLE DE LECTURE

- demande mise en place et entretien de passes à poissons ;
- demande de caractérisation de la structure des peuplements piscicoles et de la faune environnante.

Glossaire :

Anthropique : relatif à l'activité humaine. Qualifie tout élément provoqué directement ou indirectement par l'action de l'homme : érosion des sols, pollution par les pesticides des sols, relief des digues,... Du grec anthropos (homme).

Géomorphologie : est une discipline de la géographie physique et des géosciences. Mais son approche de plus en plus quantitative tend à la classer aujourd'hui dans les sciences physiques de la Terre.

Elle décrit les formes de la surface de la Terre (relief) et explique leur formation et leur évolution, sous l'effet de la tectonique et de l'érosion. Comme toute science elle a son objet, le relief, et ses méthodes d'étude (comparaison relief-géologie, mesures du relief, etc...).

Hydrométrie : est la branche de la métrologie qui concerne les mesures d'écoulement de l'eau.

Hydrosystème : Système composé de l'eau et des milieux aquatiques associés dans un secteur géographique délimité, notamment un bassin versant. Le concept d'hydrosystème insiste sur la notion de système et sur son fonctionnement hydraulique et biologique qui peuvent être modifiés par les actions de l'homme.

Multifractale : différents phénomènes agiraient sur le système à différentes échelles. L'approche multifractale permet de calculer deux coefficients c_1 et α qui renseignent respectivement sur le degré de complexité des phénomènes agissant sur le système et sur l'hétérogénéité ou l'erraticité des séries chronologiques traitées.

Morphologie : en géologie, la morphologie ou géomorphologie est le domaine qui étudie les caractéristiques, la configuration et l'évolution de formes de terrains et de roches

Morphométrie : La morphométrie permet de décrire quantitativement un concept a priori vague : celui de formes générales dans un objet.

Ripsisylves : Les ripsisylves sont généralement des formations végétales linéaires étalées le long de petits cours d'eau, sur une largeur de 25 à 30 mètres, ou moins (Si la végétation s'étend sur une largeur de terrain inondable plus importante, on parlera plutôt de forêt alluviale ou forêt inondable ou inondée).

La ripsisylve est la **forêt riveraine d'un cours d'eau**, elle peut correspondre à un corridor très large comme à un liseré étroit et se compose d'**essences variées à bois tendres** (saules, aulnes, peupliers...) et à **bois durs** (frênes, érables, chênes...).

Sa composition et sa morphologie sont liées aux **inondations** plus ou moins fréquentes. A l'interface entre milieux aquatiques et terrestres, la ripsisylve dispose d'une **dynamique propre** et forme une **mosaïque végétale** d'une **grande richesse floristique**.