



AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE



*Etude de l'Impact sur l'Hydrosystème  
de la Gestion Adaptée des Barrages  
au Transport Solide des Rivières*

**Bilan de 5 années de suivi des opérations de transparence  
1996 - 2000**



## SOMMAIRE

<b>PREAMBULE</b>	<b>page</b> <b>3</b>
<b>1. LES OBJECTIFS ET LES MODALITES D'UNE GESTION DES BARRAGES VIS A VIS DU TRANSPORT SOLIDE</b>	<b>4</b>
<b>2. LA DEMARCHE DE L'ETUDE</b>	<b>6</b>
<b>3. LE DETAIL DES OPERATIONS DE TRANSPARENCE : ANNEES 1996-2000</b>	<b>9</b>
<b>3.1. Les sites expérimentaux</b>	<b>9</b>
3.1.1. Caractéristiques des aménagements	9
3.1.2. Contexte environnemental	10
<b>3.2. Le protocole général de suivi des opérations</b>	<b>12</b>
3.2.1. Suivi physico-chimique	12
3.2.2. Suivi biologique	13
3.2.3. Suivi physique du lit	15
3.2.4. Réseaux de mesures	16
<b>3.3. Les programmes d'étude</b>	<b>17</b>
<b>4. LE BILAN ENVIRONNEMENTAL</b>	<b>22</b>
<b>4.1. Les opérations de transparence</b>	<b>22</b>
<b>4.2. La qualité des eaux pendant les transparences</b>	<b>25</b>
<b>4.3. Les sédiments évacués depuis les retenues</b>	<b>27</b>
<b>4.4. L'évolution physique du lit en aval des barrages</b>	<b>28</b>
<b>4.5. La réaction des invertébrés benthiques</b>	<b>29</b>
<b>4.6. La réaction des poissons</b>	<b>31</b>
<b>5. LES ENSEIGNEMENTS TIRES D'AUTRES SITES</b>	<b>39</b>
<b>5.1. Bassin Adour-Garonne</b>	<b>39</b>
<b>5.2. Bassin alpin</b>	<b>39</b>
<b>6. CONCLUSIONS GENERALES</b>	<b>40</b>
<b>7. LES RECOMMANDATIONS ET LES PERSPECTIVES</b>	<b>45</b>
<b>7.1. Le mode opérationnel</b>	<b>45</b>
<b>7.2. Le suivi environnemental</b>	<b>49</b>
<b>Annexes</b>	<b>52</b>

*Décembre 2002*

## PREAMBULE

L'Agence de l'Eau Adour-Garonne et Electricité de France ont conjointement lancé en 1994 un programme d'études pluridisciplinaires échelonné sur plusieurs années et chargé d'analyser l'impact réel sur l'hydrosystème de la gestion spécifique de retenues hydroélectriques au regard du transport solide des rivières, dite gestion par transparence des barrages.

Ce programme a reçu l'appui scientifique de la Direction Régionale de l'Environnement Midi Pyrénées (**DIREN**), de la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement Midi Pyrénées (**DRIRE**), et du Conseil Supérieur de la Pêche Région Midi Pyrénées - Aquitaine (**CSP**), dont les représentants ont suivi les opérations dans le Comité de Pilotage.

Ce rapport fait le bilan de cinq années de suivi sur cinq sites expérimentaux d'une telle gestion. Il est basé sur la synthèse des bilans individuels<sup>1</sup> effectués pour chacun des cinq sites, recoupée par des enquêtes auprès des organismes ou des personnes impliquées dans ces opérations à des titres divers (mandataires des suivis expérimentaux, membres du Comité de Pilotage, scientifiques des disciplines concernées, exploitants EDF...), et complétée par les enseignements tirés de gestions similaires effectuées sur d'autres sites de ce même bassin ou d'autres bassins.

Il s'agit ici, non pas de reprendre le bilan détaillé de chacun des sites pris séparément, mais plutôt de tirer des enseignements généraux en ce qui concerne l'effet des transparences sur le milieu afin de formuler des recommandations pour la gestion éventuelle d'autres ouvrages.

---

<sup>1</sup> Barrages d'Ausson, Rodères et Miramont sur la Garonne. Bilan final 1996 –2001. Laboratoires WOLFF Environnement

Barrage du Saillant sur la Vézère. Bilan 1996-2000. AQUASCOP

Barrage de Saint Pantaléon de Lapeau sur la Luzège. Bilan de 5 années de suivi 1996-2001. AQUASCOP

Barrage d'Artigues sur l'Adour de Gripp. Bilan 1996-2000 du suivi expérimental des opérations de transparence. SIEE

Barrages de Garrabet et de Labarre sur l'Ariège. Bilan 1996-2000. AQUASCOP, TELEOS, ENSAT

## **1. LES OBJECTIFS ET LES MODALITES D'UNE GESTION DES BARRAGES-RESERVOIRS VIS-A-VIS DU TRANSPORT SOLIDE DES RIVIERES**

La présence d'un aménagement hydraulique transversal sur un cours d'eau constitue un problème essentiel dans la gestion du transport solide dans les milieux aquatiques et péri-aquatiques.

En effet, ce type d'aménagement peut constituer un point d'accumulation d'alluvions causant ainsi une discontinuité chronique dans le processus naturel de transport solide, génératrice de déficit en matériaux et de désordres physiques et biologiques vers l'aval du cours d'eau (érosion du lit et/ou des berges, fragilisation des ouvrages d'art, disparition d'habitats pour la faune aquatique...).

De plus, au cours des opérations de vidange des retenues nécessaires pour des raisons réglementaires ou/et techniques, la remise en suspension vers l'aval des matériaux accumulés pendant plusieurs années peut engendrer une altération de la qualité des hydrosystèmes (pollution de l'eau, colmatage des fonds...).

Etant gestionnaire de très nombreux barrages et prises d'eau sur le territoire national, Electricité de France est confrontée à cette problématique, de sorte qu'elle a été amenée à élaborer et à mettre en place une gestion spécifique de certains de ses ouvrages en termes de transport solide. Cette gestion spécifique consiste, en période de hautes eaux, à rendre le barrage le plus transparent possible vis-à-vis du transport solide (opération dite de « transparence »).

Ce mode de gestion doit permettre d'atteindre trois objectifs principaux :

- le rétablissement du transport solide dans le cours d'eau à l'aval de l'ouvrage hydraulique, composante essentielle du bon fonctionnement d'un hydrosystème, et méthode préventive contre les risques de désordres induits par un déficit en matériaux,
- la limitation d'une accumulation excessive de sédiments dans la retenue afin de diminuer les risques de dégradation de la qualité du cours d'eau encourus lors des vidanges,
- la réduction de la vitesse de comblement de la retenue et par là même la diminution des risques de colmatage des prises d'eau.

Le principe de cette gestion a été retenu dans le SDAGE Adour-Garonne qui la définit comme « opération consistant à limiter l'accumulation de sédiments dans la retenue en rétablissant au droit du barrage le transport solide de la rivière en période de crues ».

Concrètement, cette gestion consiste en une ouverture des organes de fond en période de forts débits et, parallèlement, en un abaissement du plan d'eau de la retenue en-dessous de la cote minimale d'exploitation pour que la rivière retrouve son thalweg d'origine au sein duquel le transfert des matériaux est possible par établissement d'un régime torrentiel. La fréquence souhaitable de ces opérations étant de l'ordre de l'année, on projetera une telle opération pour un débit équivalent à la crue annuelle.

Ces opérations nécessitent de laisser transiter les sédiments en période de crue et d'évacuer les sédiments érodables de la retenue. Elles ont donc une durée de l'ordre de quelques jours et une fréquence liée au régime hydrologique du cours d'eau. Dans une première phase (a priori quelques opérations), les opérations ont pour objet d'évacuer les sédiments accumulés pendant les années qui ont suivi la mise en service de l'aménagement (gestion du passif). Dans une deuxième phase, les opérations permettent d'évacuer les sédiments déposés au cours de l'année (gestion de l'année antérieure) : c'est la véritable phase de transparence.

Les opérations de transparence se différencient nettement des opérations de vidange qui n'ont pas pour objet d'évacuer les sédiments de la retenue, mais de visiter les ouvrages pour des raisons de sécurité ou de réaliser des travaux dans les parties immergées, ce qui nécessite une mise en assec de la retenue. Les vidanges sont programmées à date fixe et s'effectuent généralement en période de basses eaux.

Il est nécessaire, pour que l'opération de transparence puisse se faire, que le barrage de retenue possède un (des) ouvrage(s) de fond capable(s) d'évacuer un débit équivalent à la crue annuelle. Sur certains barrages où une telle gestion a été décidée (barrage du Saillant sur la Vézère par exemple) un ouvrage dimensionné en conséquence a dû être auparavant aménagé. Il faut veiller également à ce qu'un tel débit puisse être évacué par la rivière sans dommage pour son lit ou pour les usages existants.

Réalisées sous l'autorité de la DRIRE, les opérations de transparence sont régies par un arrêté préfectoral qui définit les conditions de mise en œuvre par EDF. Il précise :

- ❑ le débit minimal obligatoire pour lancer l'opération et la période de l'année autorisée,
- ❑ les paramètres de qualité des eaux à respecter,
- ❑ les conditions de suspension ou d'arrêt de l'opération.

Afin de porter un jugement objectif sur ce mode de gestion, il est apparu nécessaire de mener une étude sur des sites pilotes qui permette d'évaluer sur le long terme l'impact réel des opérations de transparence sur l'hydrosystème.

## 2. LA DEMARCHE DE L'ETUDE

Pour être menées à bien, ces opérations de gestion des sédiments des retenues nécessitent une amélioration des connaissances sur les mécanismes et phénomènes liant le barrage et son cours d'eau, et ce sur des sites "pilotes", permettant par la suite une optimisation du concept de gestion par "transparences".

Pour ce faire, depuis 1994, EDF et l'Agence de l'Eau Adour-Garonne ont tenté dans le cadre d'une Mission Technique Commune d'évaluer, à long terme, l'impact réel des opérations de « transparence » sur l'hydrosystème.

A cet effet, un programme pluriannuel d'étude a été lancé. Il comporte cinq phases :

- **1<sup>ère</sup> phase, menée en 1994 : bilan des connaissances**, dressé sur la base des expériences de ce type réalisées jusqu'alors par EDF sur 19 retenues de son parc du bassin Adour-Garonne ;
- **2<sup>ème</sup> phase, menée en 1995 : définition d'un protocole de suivi et choix de sites expérimentaux**. Quatre sites tests ont été choisis à partir d'une analyse typologique, en fonction de leur représentativité, de leur complémentarité et de leur compatibilité avec les conditions d'accès et de prélèvements. Ces quatre sites correspondent aux barrages-retenues de :
  - **Artigues sur l'Adour de Gripp,**
  - **St-Pantaléon-de-Lapleau sur la Luzège,**
  - **Ausson, Rodères et Miramont sur la Garonne,**
  - **Saillant sur la Vézère.**

Un cinquième site, non retenu initialement, a été ajouté en complément. Il s'agit des barrages-retenues de :

- **Garrabet et de Labarre sur l'Ariège.**

Ce site faisait l'objet d'une gestion similaire depuis quelques temps et compte tenu des enjeux environnementaux particuliers, il semblait particulièrement intéressant de lui faire bénéficier du même protocole de recherche que pour les autres sites.

Ce sont donc en tout 8 barrages-réservoirs qui font l'objet de cette étude (cf. carte de localisation ci-après).

- **3<sup>ème</sup> phase, menée sur 5 ans de 1996 à 2000 : suivi des sites expérimentaux.** Cette troisième phase a consisté d'une part, en un suivi en temps réel de la qualité de l'eau pendant les opérations de « transparence » et d'autre part, en une analyse de l'évolution de l'hydrosystème au moyen d'investigations biologiques (invertébrés et poissons) et physiques (substrat, granulométrie, habitats piscicoles). Cette phase s'est soldée par un bilan site par site des 5 années de suivi.
- **4<sup>ème</sup> phase : bilan général des expérimentations.** A la suite des suivis expérimentaux, un bilan global inter-site et inter-annuel doit être établi.
- **5<sup>ème</sup> phase : rédaction de recommandations générales.** Cette dernière phase a pour objectif de formuler des recommandations d'ordre opérationnel et de suivi afin d'étendre éventuellement les opérations de gestion du transport solide à d'autres aménagements hydrauliques.

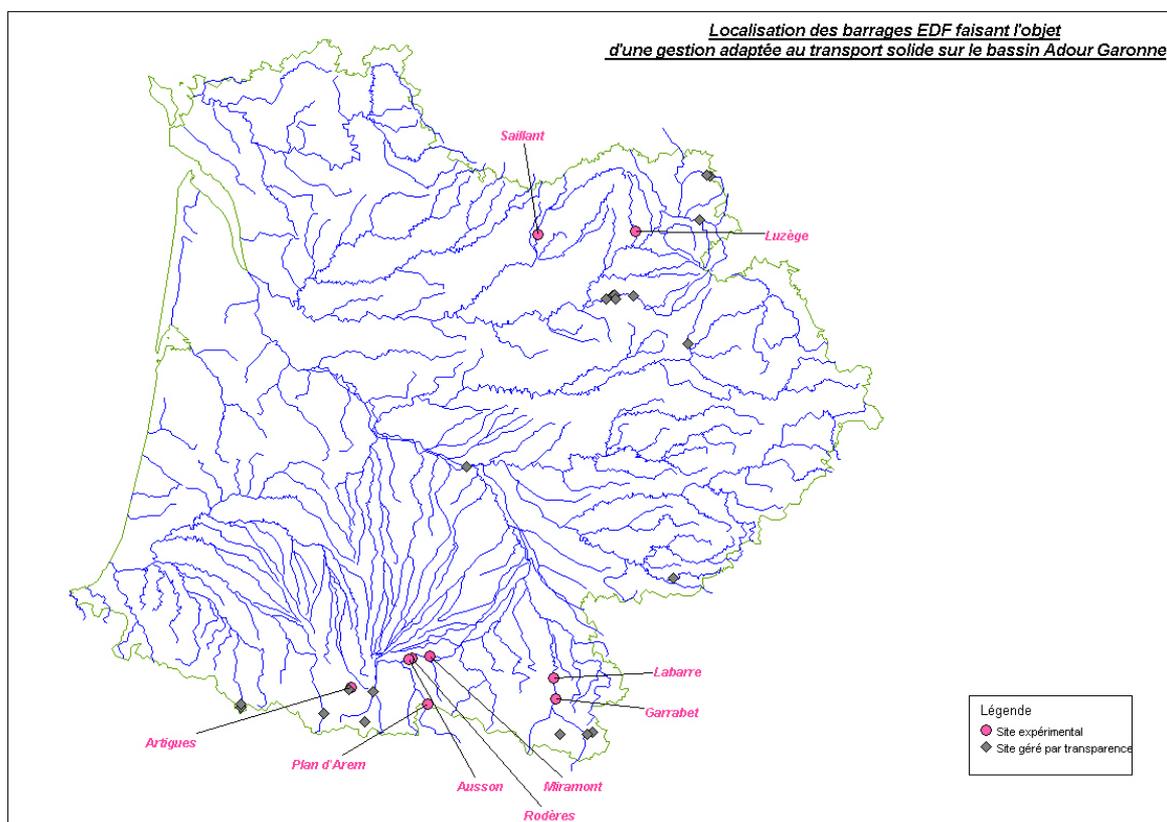
Le présent rapport correspond à la 4<sup>ème</sup> et à la 5<sup>ème</sup> phase de ce programme pluriannuel.

La conduite de ce programme d'étude a été placée sous l'autorité d'un Comité de Pilotage constitué par :

- l'Electricité de France (EDF),
- l'Agence de l'Eau Adour-Garonne,
- la Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE) Midi-Pyrénées,
- la Direction Régionale de l'ENvironnement (DIREN) de Midi-Pyrénées,
- la Délégation Régionale Midi-Pyrénées-Aquitaine du Conseil Supérieur de la Pêche (CSP).

Par ailleurs, des Commissions Locales, regroupant les organismes précédents, les administrations départementales en charge de l'eau et des milieux naturels, les collectivités, les associations, ont été réunies chaque année pour faire le point, avec les prestataires de service, sur les opérations en cours. Enfin, une Commission Technique Transparence a assuré la concertation et l'information des acteurs à l'échelle du Bassin.

Le financement de ce programme d'étude, qui se monte à un total de 1,5 M€, est assuré conjointement par EDF et l'Agence de l'Eau Adour Garonne.



### **3. LE DETAIL DES OPERATIONS DE TRANSPARENCE : ANNEES 1996 - 2000**

#### **3.1. LES SITES EXPERIMENTAUX**

Les sites expérimentaux ont été choisis de façon à être représentatifs de situations particulières en termes d'aménagement hydroélectrique (retenue, fonctionnement de l'aménagement, modalités des transparences) et d'écosystème (cours d'eau en aval), chacun de ces éléments pouvant intervenir de façon caractérisée sur les conséquences des opérations.

##### **3.1.1. Caractéristiques des aménagements**

Le tableau en fin de § 3 intitulé « Caractéristiques des aménagements » regroupe les éléments principaux concernant la chute hydroélectrique, le barrage et la retenue.

Mis à part la chute de Ferrières sur l'Ariège dont l'exploitation est récente (1986), les autres sont beaucoup plus anciennes (1921 à 1951). Cela peut avoir des conséquences sur le taux initial de sédimentation et la nature des sédiments dans les retenues, mais également sur l'équilibre des populations de poisson en aval.

Du point de vue de leurs dimensions, les aménagements étudiés s'organisent en trois groupes :

1. Le premier, comprenant les barrages d'Artigues sur l'Adour de Gripp, d'Ausson, Rodères et Miramont sur la Garonne, correspond aux barrages de faible hauteur (moins de 11 m), avec une retenue de petit volume ( $< 0.45 \text{ Mm}^3$ ) et de petites dimensions (longueur  $< 1.1 \text{ km}$  ; superficie  $< 8 \text{ ha}$  à RN). Parmi eux, Artigues se distingue par le très petit volume de sa retenue ( $0,033 \text{ Mm}^3$ ).
2. Le second groupe, comprenant les barrages de St Pantaléon de Lapleau sur la Luzège et de Garrabet sur l'Ariège, correspond aux ouvrages de grande hauteur (supérieure à 30 m), avec des retenues de volume ( $> 3.0 \text{ Mm}^3$ ) et de dimensions importantes (longueur supérieure à 3.5 km ; superficie supérieure à 25 ha).
3. Le troisième groupe comprend les barrages de Voutezac sur la Vézère et de Labarre sur l'Ariège qui occupent des situations particulières. Le premier s'apparenterait aux ouvrages de grandes dimensions de par sa hauteur (28 m), mais sa faible capacité ( $0.45 \text{ Mm}^3$ ), liée à sa longueur et sa superficie réduites (effet de la vallée), le rangerait dans les « petits » aménagements. Le second, d'une hauteur intermédiaire (16 m), se rapproche des « petits » aménagements par sa capacité modeste ( $0.55 \text{ Mm}^3$ ) et sa longueur réduite (1.2 km) mais s'en distingue par sa surface importante (17.2 ha).

Précisons que le barrage de Labarre fait l'objet d'une gestion par transparence particulière : pour limiter l'érosion des sédiments dans la retenue mais éviter toute accumulation supplémentaire quand l'aménagement de Garrabet est en phase de transparence, l'abaissement du plan d'eau de Labarre n'est que partiel.

### **3.1.2. Contexte environnemental**

Le tableau en fin de § 3 (2 pages) intitulé « Contexte environnemental » regroupe les principaux éléments concernant le bassin versant de chaque aménagement concerné et le tronçon de cours d'eau influencé (hydrologie, qualité des eaux, transport solide, biocénoses, usages...).

Les sites recouvrent des situations très différentes, depuis le petit torrent de montagne (Adour de Gripp) jusqu'à la moyenne rivière de piémont (Garonne). En ce qui concerne l'allure morphodynamique des tronçons de rivière influencés, l'Adour de Gripp se distingue par sa forte pente, ses faciès grandement lotiques et son substrat très grossier. Les autres sites présentent une pente faible et des faciès dont le caractère plus lentique est accentué par le débit réservé en aval de l'ouvrage. La configuration du milieu influence notamment le transport solide tant par charriage que par suspension et la sédimentation en période de transparence.

La majorité des chutes a créé un tronçon court-circuité en aval du barrage, excepté la chute de Saillant sur la Vézère et le barrage de Labarre sur l'Ariège. Il en ressort que les opérations de transparence se déroulent le plus souvent dans des tronçons de rivière où ne s'écoule la majorité du temps qu'un débit réservé, alors que pour Saillant et Labarre, ces mêmes opérations s'effectuent dans un tronçon de rivière où s'écoule un débit moyen annuel beaucoup plus important (débit naturel), toutefois modulé par le fonctionnement en éclusées de l'usine hydroélectrique (cas de Saillant) ou influencé par les aménagements situés en amont (cas de Labarre). Selon les chutes, les débits déversés au barrage sont exceptionnels (Luzège), ou assez fréquents en période de hautes eaux (Labarre, Miramont...). Le site de la Luzège est celui pour lequel le régime hydrologique est le plus régulier (débit réservé constant et grande rareté des déversements au barrage). On peut penser que les populations animales qui se développent dans un milieu aux conditions hydrologiques très régulières, et de surcroît dans des écoulements assez lents, sont plus sensibles aux brutales variations de débit occasionnées par les transparences.

L'écart entre le débit minimum en rivière (débit réservé ou débit d'étiage naturel pour Saillant) et le débit minimum requis pour la transparence varie grandement selon la chute (cf. le tableau en § 4.1. : Opérations de transparence – 1996-2000). Il est très élevé pour le site de la Luzège, pour Rodères et Miramont, plus faible pour les autres chutes. En fait l'écart réel est souvent plus important, les transparences se faisant parfois pour des débits nettement supérieurs au débit minimum requis (cas de l'Ariège en particulier). Pour l'Adour de Gripp, cet écart varie également en fonction de l'époque de la transparence, en raison d'un débit réservé modulé avec les saisons, mais également en fonction de la distance au barrage, en raison des importants apports hydrologiques intermédiaires. L'importance de l'effet d'onde de crue sur les populations (dérive accentuée) peut être en rapport avec l'importance de cet écart. Cet effet doit donc être relativement plus modéré sur la Vézère où le régime hydrologique naturel est à peu près maintenu en aval du barrage.

Compte tenu du régime hydrologique des cours d'eau, les transparences ont lieu en hiver (décembre-janvier) sur les sites du Massif Central et au printemps (mai-juin) ou en automne (novembre) sur les sites Pyrénéens. L'époque de l'opération peut influencer le recrutement des espèces piscicoles, en relation avec leur cycle biologique (salmonidés à reproduction hivernale, cyprinidés à reproduction printanière).

L'appartenance ichtyologique des cours d'eau et les peuplements piscicoles en place permettent de distinguer plusieurs situations :

- ❑ un cours d'eau à « truite supérieur » dans lequel cette espèce est pratiquement seule présente, l'Adour de Gripp,
- ❑ un cours d'eau à « truite inférieur » où cette espèce est accompagnée par de nombreux cyprinidés favorisés dans leur développement par l'aménagement (débit réservé, espèces provenant des retenues encadrant le secteur), la Luzège,
- ❑ deux cours d'eau appartenant à la zone à Ombre, où la truite est à la limite aval de son extension et se trouve accompagnée de plusieurs espèces de cyprinidés, la Garonne et l'Ariège,
- ❑ un cours d'eau à cyprinidés (zone à barbeau) où la truite est accessoire et les cyprinidés nombreux et variés, la Vézère.

Les espèces piscicoles peuvent avoir des niveaux de sensibilité différents aux opérations de transparence compte tenu de leurs exigences propres et de leur cycle de vie. Par ailleurs, une espèce réagira différemment à un événement perturbant selon que son *preferendum* typologique correspond ou non à la typologie du cours d'eau où elle évolue.

Signalons enfin que l'Adour de Gripp se distingue par une qualité de ses eaux assez médiocre en raison de rejets domestiques dans le bassin versant amont. Cela entraîne un certain enrichissement en matières oxydables des sédiments accumulés dans la retenue et un léger déséquilibre du peuplement d'invertébrés. Cela semble par contre sans grand effet sur les poissons en aval.

## 3.2. LE PROTOCOLE GENERAL DE SUIVI DES OPERATIONS

Un protocole général de suivi des effets des opérations de transparence a été mis en place en 1995 (GAY Environnement). Il constitue une référence commune aux cinq chutes étudiées. Certaines chutes ont fait l'objet d'investigations complémentaires à celles décrites ci-dessous pour mieux prendre en compte les particularités du site. Ce protocole général concerne trois champs d'investigations qui sont la physico-chimie des eaux, en particulier durant la transparence, les biocénoses aquatiques, le milieu physique.

### 3.2.1. Suivi physico-chimique

- **En dehors des opérations de transparence**, le suivi des paramètres suivants permet de définir l'état initial du milieu :
  - **en rivière** : l'état initial physico-chimique de la rivière doit permettre de reconnaître la contribution de cette seule variable dans l'expression des biocénoses en place. Il s'agit donc d'un :
    - inventaire des influences extérieures à l'opération de gestion et susceptibles d'interagir sur la qualité physico-chimique de l'eau du site étudié (rejets identifiés, émissions de MES, ...)
    - bilan en étiage pour identifier ces influences : MES, température, pH, conductivité, oxygène dissous, DBO5, DCO, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, éventuellement Nt et Pt ...
    - suivi d'informations sur l'hydrologie du cours d'eau.
  - **en retenue** : l'objectif de l'état initial physico-chimique du sédiment de la retenue est de connaître son évolution interannuelle et notamment les variations de sa qualité entre chaque opération de gestion. En outre, il permet de comparer sa composition et sa nature avec celle des MES récupérées en aval au cours du suivi de l'opération suivante : analyse granulométrique et recherche de pollution ; COT, Nt, Pt, éventuellement métaux indésirables comme Fe et Mn en cas d'AEP en aval.
- **Pendant les transparences, en rivière** : le suivi permet de vérifier l'application des consignes de l'arrêté d'autorisation et d'opérer un contrôle en continu de l'opération, par ouverture ou fermeture partielle des organes de vidange de fond. Il concerne les paramètres suivants : MES, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, pH, O<sub>2</sub> et Température, parfois certains éléments indésirables (Fe, Mn pour l'AEP), éventuellement DBO5, DCO, oxydabilité au KmnO<sub>4</sub>.

La fréquence des prélèvements est adaptée aux variations des paramètres mesurés sur le terrain. Elle est de 5 à 15 minutes lorsque les paramètres évoluent de façon significative, 45 minutes à 1 heure en cas de stabilisation de la qualité.

### 3.2.2. Suivi biologique

Le suivi biologique doit permettre de rechercher et quantifier les effets des opérations de gestion du transport solide sur les deux communautés principales peuplant le milieu aquatique : les invertébrés et les poissons.

Il doit aussi et surtout tenter d'apporter une explication plausible aux éventuelles variations constatées dans la nature ou le nombre de taxons, dans les effectifs qui composent ces peuplements et dans les populations et les écophases qui les structurent.

- a) **Le peuplement d'invertébrés.**

La communauté d'invertébrés (insectes ou autres) habitant le fond du cours d'eau constitue à plusieurs égards un bon indicateur des effets biologiques à court, moyen, voire long terme, des opérations de gestion (et des crues naturelles ...). Effectivement, cette catégorie de faune est susceptible d'intégrer :

- un impact direct mécanique immédiat : dérive induite, vitesse de recolonisation.
- un impact indirect sur le moyen terme car des espèces consomment la microflore ou les détritiques grossiers (décapage du périlithon, disparition des litières).
- un impact indirect inverse du précédent, car des espèces détritivores consomment la fraction organique des MES éventuellement déposées après l'opération.
- un impact indirect à moyen et long terme sur la faune benthique à travers la modification potentielle du substrat, donc de l'habitat benthique (répartition, granulométrie, colmatage, etc...).

Enfin, elle permet d'apprécier indirectement l'impact à court ou plus long terme sur le potentiel de croissance de la faune piscicole se nourrissant aux dépens de ce stock d'invertébrés. En cela, elle paraît tout à fait complémentaire du suivi piscicole.

La méthode retenue s'appuie sur le protocole normalisé de l'Indice Biologique Global Normalisé IBGN, tout en le complétant par une augmentation des surfaces de prélèvement (1/10<sup>ème</sup> de m<sup>2</sup> contre 1/20<sup>ème</sup>) et du nombre de prélèvements (10 contre 8), un traitement séparé de chacun des prélèvements, la détermination du nombre d'individus par taxon et l'évaluation des biomasses. Cette méthode permet ainsi une analyse plus poussée des peuplements.

• **b) Le peuplement piscicole**

L'évolution, la structure et l'importance des populations piscicoles représentent autant de variables intégratrices des effets, à court comme à long terme, des opérations de gestion, les poissons étant considérés comme des indicateurs biologiques sensibles aux désordres physiques touchant leur habitat.

Les objectifs auxquels doit répondre le protocole de suivi en la matière sont les suivants :

- vérifier l'absence d'effet radical se traduisant par une mortalité à court terme, notamment en cas de dépassement de seuils toxiques (suivi physico-chimique).
- étudier les impacts potentiels directs sur le frai annuel si les opérations de gestion interviennent en période à risque.
- détecter a posteriori ce même impact à travers l'évolution structurelle des populations et le recrutement (classes d'âge).
- appréhender l'incidence sur les populations des modifications d'habitat qui pourraient résulter des opérations de gestion de la retenue (répartition, granulométrie, nappage ou colmatage du substrat).
- évaluer les risques que ces mêmes modifications physiques du substrat font planer sur la réussite de la reproduction ultérieure.

En outre, comme il l'a été souligné auparavant, l'évaluation de l'impact global des opérations de gestion de la retenue sur les invertébrés et leur dérive (source habituelle de nourriture de la plupart des poissons) permet d'obtenir indirectement des indications sur la réduction possible du potentiel de croissance et de la productivité piscicoles.

Compte tenu des objectifs fixés à leur étude, il est important de travailler sur les seules populations caractéristiques des stations échantillonnées, en accord avec la typologie des sites, donc en équilibre avec le milieu et relativement peu fluctuantes en densité d'une année sur l'autre.

Le suivi piscicole consiste en :

- contrôle des mortalités après opérations,
- inventaire du peuplement par la méthode de de Lury pour les petits cours d'eau, des Echantillonnages Ponctuels d'Abondance ou des Echantillonnages Continue par Distance pour les stations difficilement prospectables de façon exhaustive,
- suivi des frayères à salmonidés,
- contrôle des alevins de truite de l'année.

### 3.2.3. Suivi physique du lit

Lors du suivi d'une chasse, il est important d'identifier les phénomènes physiques mis en jeu qui peuvent expliquer les éventuels impacts observés au niveau de la composante biologique de l'écosystème. C'est à cette condition qu'on pourra à terme "gérer" de telles opérations de façon à ce que leurs conséquences sur l'environnement soient acceptables.

Le suivi sédimentologique consiste en particulier à faire le constat de l'évolution de la nature du substrat en cours d'opération. Il consiste également à faire le constat de l'évolution de la forme du lit du fait de la création de zones de dépôts de sédiments ou au contraire du fait de creusements localisés.

Les effets attendus du transport solide sont de plusieurs ordres :

- ***Les éléments fins en suspension*** ont un effet mécanique direct sur les organismes. Les poissons sont sensibles à des seuils de plusieurs grammes par litre de MES (tout autre paramètre restant convenable par ailleurs), le sable ayant de part sa caractéristique abrasive un effet plus intense que l'argile au pouvoir colmatant plus fort. Les invertébrés quant à eux seraient sensibles à des teneurs de quelques centaines de mg/l seulement.
- ***Les éléments fins qui se déposent*** colmatent les formes de construction et de stockage du lit (bancs, bordures, anses...), impliquant un effet sur les invertébrés et les poissons par dénaturation de leurs habitats (frayères par exemple).
- ***Les éléments grossiers du charriage*** peuvent conduire à un remaniement des fonds entraînant une destruction momentanée des habitats. Ils peuvent également participer à la création d'habitats nouveaux si ces éléments étaient inexistant dans le cours d'eau avant les chasses (création de frayères à salmonidés par exemple). Il s'agit là de l'objectif principal de la gestion par transparence.

L'évolution du milieu physique est évaluée à trois niveau d'échelle :

- à grande échelle, par expertise géomorphologique post-transparence sur l'ensemble du tronçon de rivière concerné,
- à moyenne échelle par analyse des microhabitats piscicoles au niveau stationnel,
- à petite échelle, par analyse granulométrique des fonds.

- a) **Echantillonnage Ponctuel Granulométrique (EPG)**

Il s'agit d'une étude granulométrique d'un certain nombre de placettes de 1 m<sup>2</sup> par la technique de la grille. Les résultats sont fournis sous forme de pourcentage de chaque classe granulométrique.

D'autres approches ont été expérimentées sur certains sites comme les **surfaces peintes** et les **chaînes d'érosion**.

Afin de tenter d'évaluer l'évolution sédimentaire dans les retenues, certaines ont fait l'objet de **relevés bathymétriques** avant et après transparence. Le calcul des flux de MES durant l'opération permet également d'approcher le tonnage de matériaux en suspension évacués.

- b) **Microhabitats piscicoles**

Un outil mathématique couplant un modèle hydraulique à un modèle biologique existe pour caractériser l'habitat des poissons. Il permet d'évaluer l'effet sur celui-ci de toute modification d'écoulement (variables profondeur et vitesse) ou de substrat (nature et granulométrie). Les derniers développements de cette technique utilisent l'outil informatique (modèle EVHA, Cemagref).

Indépendamment du fait que les variables d'écoulement peuvent être affectées par les opérations de gestion (par comblement ou déblaiement de fosses), c'est surtout la variable substrat qui permet de retirer des données à propos des effets des opérations de gestion. Celles-ci ont effectivement comme principal effet potentiel des modifications de substrat ayant alors une signification en termes d'habitat piscicole.

L'utilisation de cette méthode permet également d'appréhender l'effet de l'aménagement en dehors des périodes de chasse, à travers en particulier le débit réservé, et donc d'estimer le statut des populations piscicoles étudiées.

### **3.2.4. Réseau de mesure**

Le suivi des opérations a été mené sur un réseau présentant plusieurs stations de mesure :

- une station de « contrôle » située en amont de la retenue où il a été fait surtout un suivi de la qualité des eaux pendant la chasse, parfois un suivi de la faune invertébrée, plus rarement un suivi de la faune piscicole ;
- une à plusieurs stations de suivi en aval de la retenue selon la longueur potentiellement influencée par les opérations, où l'ensemble des éléments décrits ci-dessus ont été mis en œuvre.

Ces réseaux sont présentés de façon synthétique pour chacune des chutes sur les schémas fournis en annexe.

Les paramètres de suivi hors opérations de transparence (biologie, milieu physique) ont fait l'objet d'investigations à une fréquence minimale d'une mesure par an et, pour certains d'entre eux et sur certains sites, à raison de deux mesures par an.

### **3.3. LES PROGRAMMES D'ETUDE**

Le tableau en fin de § 3 intitulé « Calendrier des investigations de suivi des opérations de transparence » regroupe de façon synthétique les informations concernant le programme d'étude de chacun des 5 sites étudiés.

## Caractéristiques des aménagements

		ADOUR DE GRIPP	VEZERE	LUZEGE	ARIEGE		GARONNE		
CHUTE	Identification :								
	Nom de la chute	Gripp	Saillant	Aigle	Ferrières	Labarre	Pointis-de-Rivière	Camon-Valentine	Gentille-Saint-Cernin
	Exploitation :								
	Mise en eau (année)	1921	1929	1951	1986	1948	1930	1933	1931
CHUTE	Fonctionnement	Fil de l'eau	Éclusee (fil de l'eau)	Fil de l'eau	Démodulation des apports amont	Fil de l'eau, influencé par aménagements amont	Fil de l'eau	Fil de l'eau	Fil de l'eau
	Type	Tronçon court-circuité	Barrage-Usine	Tronçon court-circuité	Tronçon court-circuité	Barrage-usine	Tronçon court-circuité	Tronçon court-circuité	Tronçon court-circuité
BARRAGE	Identification :								
	Nom du barrage	Artigues	Voutezac	Saint-Pantaléon-de-Lapleau	Garrabet	Labarre	Ausson	Rodères	Miramont
	Caractéristiques :								
	Cote TN pied barrage (m NGF)	1190,00	140,68	324	428	349,50	402,50	390,50	343,85
	Hauteur sur talweg en m	10	28	36	42,5	16	7 m	11	9,25
	Organes de vidange :								
	Nombre et type	1 vanne pelle	1 vanne plate 2 vannes papillon	1 vanne plate 1 vanne papillon	2 vannes segment	2 vannes wagon	3 vannes wagon	3 vannes wagon	5 vannes wagon
	Dimensions (en m)	1 2,60 x h 2,00	12 m <sup>2</sup> Diamètre : 1,2 m.	3 x 2 Diamètre = 1,5	(6,75 x 6,16) x 2	(4 x 5) x 2	1 20 x h 5,5 volet compris	1 20 x h 4	13 x 2,10
	Débit évacuable à RN (m <sup>3</sup> /s)	15	200 2 x 20	95 26	1 500 (750 x 2)	360 (180 x 2)	3 x 400	3 x 400	1200 (5 x 240)
	Débit évacuable sous 2 m (m <sup>3</sup> /s)	nd	100 2x7,5	50 8	200 (100 x 2)	environ 100 (à la cote 357)	Sans objet	Sans objet	Sans objet
REVENUE	Retenue Normale (RN) :								
	Cote RN (m NGF)	1199,50	166,35	360	460	365	408,00	394,65	345,95
	Volume total à RN (en Mm <sup>3</sup> )	0,033 (1988)	0,45	3,6	3,42	0,55 (à la mise en eau)	0,45 (à la mise en eau)	0,2255 (à la mise en eau)	Environ 0,15
	Volume utile (en Mm <sup>3</sup> )	0,0165	0,37	3	1,7 en hiver - 0,42 en été	0,32 (0,4 à l'origine)	0,324 (seuil prise d'eau)	0,216 (seuil prise d'eau)	0,108 ? (seuil prise d'eau)
	Surface à RN (en ha)	1,49	7	27,5	45	17,6	Environ 8	Environ 7,4	Environ 2,8
	Longueur à RN (en km)	0,19	1	3,5 (branche Luzège)	3,4	1,2	Environ 1,1	Environ 0,8	Environ 0,4
	Mini exploitation (ME) :								
	Cote ME (m NGF)	1195,00 (seuil de prise d'eau)	154,55	348	455 en hiver et 459 en été	363 en hiver - 364,5 en été	403,60 (seuil prise d'eau)	94,00 (seuil prise d'eau à 394,00)	344,50 (seuil prise d'eau à 344,20)
	Culot à ME (en Mm <sup>3</sup> )	0,0165	0,08	0,6	1,72 en hiver et 3,0 en été	0,15	0,13	0,01 (au seuil de prise d'eau)	0,04 (au seuil de prise)
	Surface en ha (à ME)	nd	1	23,5 à 455 NGF	5,6	Environ 1,3	Environ 2	Environ 1,5	
	Longueur en km (à ME)	nd	0,3	nd	0,7 (estimation)	Environ 0,2	Environ 0,3	Environ 0,2	
	Morphologie cuvette :								
	Vallée en V (gorges)	-	Oui	Oui	En aval du barrage jusqu'à la centrale	-	-	-	
	En U (auge glacière)	Oui			Au niveau de la retenue	De part et d'autre de l'aménagement	-	-	
En U très évasé (# plane)	-					Vallée plane avec terrasse fluviale	Vallée plane avec terrasse fluviale	Vallée plane avec terrasse fluviale	
Tributaires :									
Non/Oui (nom de l'affluent)	Adours du Garet, d'Arises et du Tourmalet	Non	Vianon	Arnavé	Non	Non	Non	Non	

## Contexte environnemental (1/2)

		ADOUR DE GRIPP	VEZERE	LUZEGE	ARIEGE		GARONNE		
Barrage		Artigues	Voutezac	St Pantaléon de Lapleau	Garrabet	Labarre	Ausson	Rodères	Miramont
SCHEMA HYDRAULIQUE	En amont :								
	Nombre de retenues	6 prises (atlas EDF/ABAG)	6	1 microcentrale	3 + 55 (Source : inventaire EDF)	5 + 55 (Sources : inventaire EDF)	57 prises d'eau dont Plan d'Arem	58 prises d'eau dont Plan d'Arem	59 selon atlas EDF/ABAG
	En aval :								
	Nombre de retenues	1 (prise de Campan)	0	1 (Chastang au confluent Luzège/ Dordogne)	2 sur l'Ariège (Labarre, Pébernat)	1 (Pébernat)	8 selon l'atlas EDF/ABAG	7 selon atlas EDF/ABAG	6 selon atlas EDF/ABAG
	Distance à la plus proche (km)	-	Sans objet	Sans objet	12 (Labarre)	35	4 (Rodères)	14 (Miramont)	25,2 (barrage de Mancieux)
	Tronçon court-circuité :								
Longueur en km	1,85	0,4	15	5,2	Sans objet	2,8	9,5	9,5	
Pente (pour mille)	89	2	4	4	Sans objet	4,1	4,9	3	
BASSIN VERSANT AMONT	Écorégion	Étages montagnard et collinéen de la zone Nord Pyrénéenne	Piémont du Massif Central cristallin	Basse montagne du Massif Central cristallin	Étages montagnard et collinéen de la zone axiale des Pyrénées	Étage collinéen de la zone axiale des Pyrénées	Piémont pyrénéen (étage collinéen inférieur)		
	Zonation piscicole	Zone a truite	Barbeau	Truite	Zone à Truite	Zone à Ombre puis à Barbeau	Zoner à ombre		
	Superficie amont retenue en km2	44	963	386	1230	1450	2 100 (dépliant EDF)	2 100 (dépliant EDF)	2 260 (valeur à confirmer)
	Géologie dominante	Roches cristallophylliennes de la zone axiale pyrénéenne	Métamorphique et plutonique	Roches cristallines	Granites et migmatites, moraines	Granites d'anatexie et migmatites, moraines	Terrains métamorphiques et calcaires des zones axiale et Nord pyrénéennes		
	Occupation des sols (dominante)	Landes, roches nues, boisements naturels et reconstruits	Forêts de feuillus	Forêts de feuillus et prairies	Forêts et pelouses	Forêts et pelouses puis cultures (Basse Ariège)	Boisements, fonds de vallées fertiles, landes		
	Pente moyenne du cours d'eau (°°°)	167 sur l'Adour du Garet, 124 sur l'Adour du Tourmalet, 128 sur l'Adour d'Arises	8	12	32	27	4,5 dans le parcours français		
SEDIMENTS DE LA RETENUE	Nature	Sables et graviers + MES organiques (APC* en 1976, AC* en 1986, pas d'AS*)	Vase et feuilles dominantes - sable et gravier.	Sables / débris végétaux/Vases	Sablo-argileuse	Sablo-argileuse	Sables et limons dominants (AC*, AS*, APC* 87, AC* et APC* en 1988)	Sables et limons dominants, AC* et APC* réalisées en 1988	Galets, graviers, sables, limons (APC* et AC* en 1988) sur fraction fine
	Fraction minérale (%)	Dominante : 95 % (1976)		Pas d'étude sédimentologique	90	90	Dominante : 80 à 95 %	90 minimum (dominante)	95 % en 1988 (constituants minéraux)
	Fraction organique (%)	Fraction organique non négligeable (apports d'eaux usées la Mongie)	Grande quantité de matière organique (vases et feuilles).		10	10	Variable	Non négligeable	Faiblement représentée
	Volume déposé estimé en m3	Bathymétrie en 1958, 1987 et 1988. Imprécis depuis la crue d'octobre 1992 (minimum 10 000 m3)	50 000 - 80 000	Pas de bathymétrie	Jamais estimé	40 000 à 60 000	47 000 (selon bathymétrie 1988), probablement moins depuis la crue de 1992 et les transparences	114 600 selon bathymétrie de 1988, beaucoup moins depuis la crue d'octobre 92 et les transparences	Pas de bathymétrie, très peu de dépôts fins
	Taux d'envasement (% vol.)	Peut-être évalué entre 30 et 40 %	10 - 15		Très faible	10 à 15	15 % (au plus) du volume utile théorique maximal	50 % selon la bathymétrie de 1988	Probablement faible (non évalué)
HYDROLOGIE	Type de régime et influence amont	Nival avec légère influence saisonnière (déstockage des lacs)	Pluvial	Pluvial	Nivo-pluvial	Nivo-pluvial	Nivo-pluvial de transition		
	Module	2,05 (débit reconstitué, 1951-1989)	22,1	9,7	38,5	43,2	61 (dépliant EDF) ou 54 d'après DTG	61,0	65,0
	Débit spécifique en Us/km2	46,6 (débit reconstitué)	23	25,1	31,0	29,1	29 (dépliant EDF) ou 26 selon DTG*		
	Débit moyen journalier de la crue annuelle (m3/s)	Environ 8,8	90		130	140	340,0		
	Débit de pointe de la crue annuelle (m3/s)	Environ 9,5	≠90				370		
	Nombre de jours de déversés au barrage	Inférieurs à 30 (mai-juin)	30	5	20 en moyenne (mai-juin)	En moyenne 60 (30 à 100)	Environ 80	Environ 45	Environ 120 jours par an
	Hydrologie du tronçon de rivière influencé	débites rervés modulés	débit naturel influencé (éclusées)	débit réservé	débit réservé modulé	débit naturel influencé par Garrabet (éclusées)	débit réservé	débit réservé	débit réservé
Minimum requis pour les opérations de transparence en m3/s	5,0	90	40	80	80	190 (abaissé à 110 depuis 2001)			

Contexte environnemental (2/2)

	Barrage	ADOUR DE GRIPP		VEZERE		LUZEGE		ARIEGE				GARONNE					
		Artigues		Voutezac		St Pantaléon de Lapleau		Garrabet		Labarre		Aussou		Rodères		Miramont	
		RETENUE	AVAL	RETENUE	AVAL	RETENUE	AVAL	RETENUE	AVAL	RETENUE	AVAL	RETENUE	AVAL	RETENUE	AVAL	RETENUE	AVAL
USAGES NON ÉNERGÉTIQUES DU COURS D'EAU	Poissons et pêche :																
	Peuplement piscicole	Salmonicole	Salmonicole typique	Cyprinicole	Cyprinicole	Cyprinicole	Salmonicole	Salmonicole	Salmonicole	Cyprinicole	Mixte / Cyprinicole	Mixte	Mixte	Mixte	Mixte	Mixte	Mixte
	Nombre moyen d'espèces piscicoles	1	1	6 ?	12	Non connu	12	4	7	8	9	Idem TCC	5	Idem TCC	5	Idem TCC	7
	Présence significative de la truite fario	Oui	Oui	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Non ?	Oui puis non plus en aval		Oui		Oui		Oui
	Empoisonnement (espèces)	Truite fario	Truite fario	Brochet, Sandre	Truite, Gardon, Brochet, Tanche et Carpe	Truite fario	Truite fario	Truite fario	Truite fario - Saumon atlantique	Truite fario	Truite fario - Saumon atlantique	Truite fario	Truite fario, Truite arc-en-ciel	Truite fario	Truite fario, truite arc-en-ciel	Truite fario	Truite fario, truite arc-en-ciel
	Autres activités récréatives :																
	Baignade	Non	Non	Non	Oui (non autorisée)	Non	Non	Oui	Non	Oui	Non	Non					
	Nautisme	Non	Non	Non	Oui (2 écoles de canoë-kayak)	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non						
	Prélèvements d'eau :																
	AEP (PS/PT/PP)	Non	Captage résurgence de l'Adour	Non	2 pompages	Non	Non	Non	Prise directe en rivière	Puits	Prise directe en rivière	Non	Oui	non	oui	non	oui
Industriels (PS/PT/PP)	Non	Non	Non	Non	Non	1 prise avec seuil (pisciculture)	1 pompage	Nombreux pompages	Non	Nombreux pompages	Non	Oui	non	oui	non	oui	
Irrigation (PS/PT/PP)	Non	15 à 20 petites dérivations	Non	Nombreux pompages	Non	Non	Non	Nombreux pompages	Non	Nombreux pompages	Oui	Oui	oui	oui	oui	oui	
QUALITÉ DES EAUX	Objectif de qualité (1A/1B/2/3)	Classe 1A (non tenu)	Classe 1A excellente (non tenu)	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1B/2 (Pamiers)/1B	1A	1A jusqu'à St-Gaudens, 2 en aval	1A	1A jusqu'à St-Gaudens, 2 en aval	3	3 en aval St-Gaudens et CDRA*
	Qualité actuelle (1A/1B/2/3/HC)	Classe 2	2 sur 8 km puis 1B sur les 12 km aval	1B	1B	1B/2	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1A jusqu'à St Gaudens, 1B en aval	1B	11 jusqu'à St-Gaudens, 1B en aval	1B	1B
PATRIMOINE	Zones d'intérêt écologique (ZNIEFF)	Versants en ZNIEFF 1	Versants de la vallée en ZNIEFF de type 1	Non	Non	ZNIEFF des gorges de la Luzège et du Vianon		Non	Non	ZNIEFF 1	ZNIEFF 2	Non	Non	non	non	non	non
	Sites protégés (AB/RN/RNV/PN)	Périphérie du PNPO*	Partie amont en périphérie du PNPO*	Non	Site inscrit: la Vézère à Saillant ("les Îles")	ZICO	ZICO	Non	Arrêté de biotope (TCC Pébernat)	Non	Arrêté de biotope (TCC Pébernat)	AB*, classement Migrateurs					
	Réserve de pêche, ruisseau pépinière	Non	Anciens chenaux à Campan en ruisseaux pépinières	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui (TCC Pébernat)	A proximité des ouvrages (barrages)						
	Plan de restauration	Non	Projet de CR Adour jusqu'à Ste-Marie-de-C.	Non	Axe migrateur prioritaire saumon	Non	Non	Plan Migrateurs	Plan migrateurs	Plan Migrateurs	Plan Migrateurs	Oui, comme axe à grands migrateurs					
ZONE D'INFLUENCE POTENTIELLE	Limite d'extension théorique en aval	Entrée de Bagnères-de-Bigorre		Rivière Corrèze		Rivière Dordogne		Saverdun		Saverdun		Retenue de Saint-Vidian (Boussens - chute de Palaminy)					
	Longueur concernée (en km)	Environ 20		18,4		15		Environ 50		40		49		45,1		31,1	
	Pente moyenne (pour mille)	32		2		4		3		3		3					
	Facès d'écoulement	Escalier/blocs-pierres dominant sur 15 km, plus diversifié sur les 5 km les plus en aval		Chenal lentique.		Mouille - radier		Pool/rapide-radier		Mouille-radier puis chenal lentique		Longs plats courants, mouilles et radiers					
	Présence de seuils	Une vingtaine, mais dépassant rarement le mètre		3		1 (pisciculture)		Oui (plusieurs microcentrales, en particulier en aval de Labarre)		Oui (plusieurs microcentrales)		Plusieurs prises (au total 14 seuils)		Plusieurs prises d'eau (au total 13 seuils)		Plusieurs prises (au total 9 seuils)	

\*PNPO : Parc Naturel des Pyrénées Occidentales

\*FP : Frayères potentielles \*CM : Cours d'eau classé à migrateurs

\*CDRA : Cellulose du Rhône et d'Aquitaine

\*CM : Cours d'eau classé à migrateurs

### Calendrier des investigations de suivi (1996 - 2000)

**A. de GRIPP**

	1996												1997												1998												1999												2000											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Transparence																																																												
Physico-chimie				☐		☐		☐		☐					☐		☐	☐																																										
Biologie				☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐				☐		☐	☐																																										
Physique du lit				☐		☐		☐							☐		☐																																											

**VEZERE**

	1996												1997												1998												1999												2000											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Transparence																																																												
Physico-chimie																																																												
Biologie																																																												
Physique du lit																																																												

**LUZEGE**

	1996												1997												1998												1999												2000											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Transparence																																																												
Physico-chimie	☐																																																											
Biologie																																																												
Physique du lit																																																												

**ARIEGE**

	1996												1997												1998												1999												2000											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Transparence																																																												
Physico-chimie																																																												
Biologie																																																												
Physique du lit																																																												

**GARONNE**

	1996												1997												1998												1999												2000											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Transparence																																																												
Physico-chimie				☐				☐	☐																																																			
Biologie																																																												
Physique du lit																																																												

## 4. LE BILAN ENVIRONNEMENTAL

Rappelons que les sites expérimentaux (caractéristiques des aménagements, contexte environnemental) ont fait l'objet d'une analyse comparative au § 3.1.

### 4.1. LES OPERATIONS DE TRANSPARENCE

Le tableau ci-après intitulé « Opérations de transparence ; années 1996 – 2000 » fait la synthèse du nombre et des caractéristiques des opérations réellement effectuées.

Un « débit minimum de transparence » a été évalué pour chacune des chutes. Il devait répondre à plusieurs impératifs :

1. être suffisamment important pour provoquer un entraînement des sédiments de la retenue et leur correcte dispersion dans la rivière en aval tout en maintenant, par dilution, une bonne qualité physico-chimique de l'eau,
2. avoir une occurrence annuelle de façon à pouvoir provoquer une opération chaque année, l'objectif étant qu'à terme les transparences annuelles permettent d'évacuer les sédiments déposés dans la retenue pendant les 12 mois précédents l'opération.
3. être effectif pendant un nombre de jours suffisant nécessaire à l'accomplissement d'une opération.

Le débit retenu varie de 5 m<sup>3</sup>/s pour l'Adour de Gripp à 190 m<sup>3</sup>/s pour la Garonne (tableau : Contexte environnemental). Rappelons que les opérations de transparence sont autorisées par arrêté préfectoral sur une période précise de l'année, qui tient compte en particulier des particularités biologiques (reproduction des poissons) et des usages du cours d'eau.

En cinq années de suivi, il s'avère que le nombre d'opérations réalisées est globalement assez modeste et se répartit très inégalement selon les chutes :

- **La chute d'Artigues** a fait l'objet d'une opération chaque année (deux opérations en 1996). Ce fort taux de réussite s'explique par le fait qu'il est possible, par le jeu des retenues situées en amont de ladite chute, d'obtenir le débit souhaité à la période de l'année également souhaitée (en mai – juin dans le cas présent). Signalons que cette chute avait déjà fait l'objet de nombreuses chasses les années antérieures (9).
- **Les chutes d'Ausson, Rodères et Miramont**, a contrario, n'ont pu faire l'objet d'aucune transparence. En effet, le débit minimum nécessaire n'a pas été atteint pendant la période retenue pour l'opération, ou pendant une trop courte durée (de l'ordre de 24 h) pour déclencher l'opération

- ❑ **Sur Saillant**, une seule opération a pu être effectuée, en janvier 1998, pour des raisons de débit et de période autorisée. Une opération supplémentaire aurait pu être menée en décembre 1999 si des conditions météorologiques particulières (tempête) ne l'avaient empêché.
- ❑ **Sur la Luzège**, deux opérations ont pu être réalisées, en janvier 1996 et 1998. Une troisième aurait pu l'être en décembre 1999 mais a été empêchée par des conditions météorologiques exceptionnelles (tempête). Deux opérations avaient déjà été faites en janvier 1994 et février 1995 mais n'avaient pas fait l'objet d'un suivi détaillé.
- ❑ **Sur Garrabet/ Labarre**, deux opérations ont été menées en novembre 1996 et mai 1999. Les autres années, les conditions hydrologiques n'étaient pas optimales pour en déclencher (crue de trop courte durée en particulier ou crue trop importante en débit). Ces chutes ont fait l'objet d'opérations de gestion des sédiments (chasse programmée à date fixe) à trois reprises dans les années antérieures.

Ces opérations sont de courte durée (1 à 5 jours). La durée peut influencer la redistribution des matériaux au sein de la rivière et la dévalaison des organismes.

**En conclusion**, il apparaît que sur certaines chutes (chutes de la Garonne et de la Vézère en particulier), les valeurs de débit de déclenchement des opérations et les périodes autorisées sont trop contraignantes pour opérer chaque année. Il conviendrait donc de reconsidérer ces éléments. On reviendra sur cet aspect plus loin (§ 7) en considérant d'autres éléments de ces opérations qui sont également concernés par ces débits et ces périodes d'intervention (évacuation des sédiments de la retenue, effet sur les populations piscicoles de la rivière).

## Opérations de transparence (1996 - 2000)

	ADOUR DE GRIPP	VEZERE	LUZEGE	ARIEGE		GARONNE		
	Artigues	Saillant	Aigle	Ferrières	Labarre	Ausson	Rodères	Miramont
Nombre d'opérations	6	1	2	2		0		
Époque	4 en mai, 1 en juin, 1 en novembre	janv-98	janvier 96 et 98	26-28 novembre 1996 et 5-7 mai 1999				
Durée (en jours)	1 à 5	1,5	3 en 1996 4 en 1998	3				
Débit pendant les opérations (en m <sup>3</sup> /s)	> 6	90 à 170	de 43.2 à 23.4	165 en 1996 130 à 100 en 1999				
Débit minimum requis pendant les opérations (en m <sup>3</sup> /s)	5	90	40	80	80	190	190	190
Débit minimum en rivière -débit réservé ou d'étiage- (en m <sup>3</sup> /s)	0,12 0,075-070 0,14-1 selon époques et lieux	3,3	0,24	2-4 selon l'époque		6,2	1,55	1,63
Rapport du débit minimum requis et du débit minimum en rivière	entre 5 et 70 selon époques et lieux	30	170	22	22	31	122	117
Opérations antérieures à 1996 (Vidanges, Transparences)	9 T	1V	1V, 1T	1V, 3T*		0	0	0
Quantité de matériaux exportés (en T)	400 en mai 96 60 en nov. 96 90 en mai 97 220 en mai 98	35000	2200 en 1996 3600 en 1998	35000 en 1996 12000 en 1999	25000 en 1996 8000 en 1999			

\* Opérations de gestion programmé à date fixe sans lien avec l'hydrologie

## 4.2. LA QUALITE DES EAUX PENDANT LES TRANSPARENCES

Le tableau ci-après intitulé « Qualité des eaux lors des opérations de transparence » synthétise les données concernant les valeurs seuils des arrêtés préfectoraux pour certains paramètres de la qualité des eaux et les valeurs maximales enregistrées à l'occasion des opérations.

Signalons tout d'abord que, parmi l'ensemble des chutes étudiées, seule la chute de Saillant ne fait pas l'objet de valeurs seuils à ne pas dépasser. Dans la pratique, l'exploitant veille à ne pas dépasser des valeurs qui avaient été fixées par arrêté préfectoral pour la vidange de 1994. Nous remarquerons ensuite, que d'une chute à l'autre, les valeurs pour un même paramètre peuvent être assez différentes, sans explication scientifique convaincante. A cet égard, la Luzège exige des conditions de qualité des eaux très contraignantes.

Dans la majorité des cas, ces valeurs ont pu être respectées et lorsqu'elles ont été exceptionnellement dépassées, c'est pendant une courte durée et dans des proportions limitées. Pour la Luzège, une opération a du être arrêtée pour éviter de dépasser le seuil en ammoniac.

En cours d'opération de transparence, la qualité de l'eau est assez comparable entre les sites et reste globalement convenable compte tenu des exigences des poissons. Les valeurs de MES (matières en suspension) s'apparentent à des valeurs que l'on observe à l'état naturel sur des rivières à fort transport solide. Les concentrations en oxygène restent toujours excellentes. Les teneurs en azote ammoniacal sont modérées, inférieures à celles définies dans les normes européennes et, compte tenu du pH et de la température des eaux, non toxiques (sous forme de  $\text{NH}_3$ ) vis à vis des organismes aquatiques. Seuls les paramètres tests de la charge en matières oxydables sont très élevés et témoignent d'une richesse organique des sédiments transportés, mais cela est sans conséquence sur la vie aquatique.

**En conclusion**, les opérations de transparence induisent une modification nette et de courte durée des caractéristiques habituelles des eaux (en particulier en termes de matières en suspension, azote ammoniacal et matières oxydables), mais qui ne semble pas de nature à impacter directement et durablement les populations animales en place. Nous verrons cependant que les matières en suspension peuvent agir sur certaines écophases (frai) de certaines populations piscicoles (§ 4.5.). Par ailleurs, les seuils à ne pas dépasser paraissent faibles pour certains sites (cf. § 7.1.), ce qui limite l'efficacité de la transparence en termes d'évacuation de sédiments.

## Qualité des eaux lors des opérations de transparence (1996 - 2000)

	ADOUR DE GRIPP		VEZERE		LUZEGE		ARIEGE		GARONNE	
	Valeurs seuils	Valeurs max. enregistrées *	Valeurs seuils **	Valeurs max. enregistrées *	Valeurs seuils	Valeurs max. enregistrées *	Valeurs seuils	Valeurs max. enregistrées *	Valeurs seuils	Valeurs max. enregistrées *
<i>Matières en suspension (g/l)</i>	5 (instantanée) 3 (moyenne sur 1h)	2.8 à 0.6 en mai 1996 1.3 à 0.2 en nov 96 1.4 et 0.4 en 1997 2.0 et 0.8 en 98 2.5 à 0.9 en 99 3.3 à 0.9 en 2000	4	4.7 à 2.5	3	1.2 à 0.8 en 1996 2.3 à 1.3 en 1998	5	Garrabet : 4 en 96 et 8.7 en 99 Labarre : 4.7 en 96 et 2.3 en 99	5	sans objet
<i>Oxygène dissous dans l'eau (mg/l ou % de saturation)</i>	6	7.1 à 11.3	5	10 à 10.6	5	11	70	de l'ordre de 100 %	6	sans objet
<i>Azote ammoniacal (mg NH<sub>4</sub>/l)</i>	2	0.14 à 0.70	1,5	1.8 à 1.4	0.6	0.3 à 0.2 en 1996 0.8 à 0.6 en 1998	1	Garrabet : 0.4 à 0.2 en 96 0.7 à 0.18 en 99 Labarre : 0.58 à 0.55 en 96 0.82 à 0.58 en 99	1	sans objet
<i>Nitrites (mg/l)</i>	0,2	<<< 0.2	nd	non mesurés	nd	non mesurés	nd	non mesurés		sans objet
<i>Oxydabilité, DCO (mg/l)</i>	nd	<u>120 à 180</u>	10	<u>751</u>	nd	86 à 43 en 1996 156 à 102 en 1998	10	300 ( sur eau non décantée) < 10 (eau décantée) <u>1200</u>		sans objet
<i>Fer (mg/l)</i>	nd	non mesuré	2	1.28 à 0.33	nd	non mesuré	nd	non mesuré		sans objet
<i>Manganèse (mg/l)</i>	nd	non mesuré	1,0	0.43 à 0.18	nd	non mesuré	nd	non mesuré		sans objet

\* : valeurs minimales pour l'oxygène dissous

\*\* : valeurs non impératives pour la Vézère

### 4.3. LES SEDIMENTS EVACUES DEPUIS LES RETENUES

Le tableau intitulé « Opérations de transparence ; années 1996 – 2000 » récapitule les quantités de matériaux évacués des retenues lors des opérations de transparence. Les situations sont très différentes d'une chute à l'autre :

- ❑ **Sur Artigues**, les quantités sont faibles mais de l'ordre de celles que la retenue retient annuellement. Des relevés bathymétriques annuels permettent de confirmer que les dépôts sont maîtrisés et que le volume utile de la retenue est stabilisé par les opérations. Les sédiments exportés à l'aval sont compris dans le spectre granulométrique allant du sable au caillou grossier. Par ailleurs, l'accumulation de matières organiques issues du haut bassin versant est également maîtrisée.
- ❑ **Sur la Vézère**, l'unique opération de 1998 a permis d'évacuer une quantité très importante de matériaux qui correspondrait à 1/3 ou 1/4 du stock initial de la retenue (évalué par relevé bathymétrique). C'est essentiellement du sable fin et du limon.
- ❑ **Sur la Luzège**, les quantités de sédiments évacuées sont modestes compte tenu de l'importance de la retenue. Ils sont constitués de sables, limons et argiles. On ne connaît pas actuellement l'efficacité de ces opérations en regard du volume stocké et accumulé pendant la même période.
- ❑ **Sur l'Ariège**, les quantités de sédiments évacués sont importantes. Ceux ci sont constitués d'argiles, limons et sables fins. Si sur Garrabet les opérations semblent efficaces, le fond de la retenue devenant plus grossier (résultats des analyses de sédiments), ce n'est pas le cas sur Labarre qui continue à s'envaser.

**En conclusion**, à ce jour, la chute d'Artigues est la seule pour laquelle les opérations de transparence atteignent à ce jour tous leurs objectifs, qui sont de maîtriser l'accumulation de matériaux dans la retenue et de restituer en aval chaque année le stock d'alluvions apportées par les hautes eaux, en particulier les sédiments grossiers qui jouent un rôle fondamental dans le fonctionnement de l'hydrosystème. Signalons toutefois, et c'est important, que cet aménagement a fait l'objet à ce jour de 15 opérations de ce type.

Sur les autres chutes, les résultats sont plus mitigés. L'unique opération au Saillant semble avoir été très efficace, mais le stock accumulé reste encore important. Cependant, compte tenu de l'efficacité de ces opérations, on peut être optimiste quant à l'atteinte des objectifs. Sur la Luzège, les quantités évacuées lors des deux opérations paraissent faibles ; cela peut être justifié par une efficacité limitée des opérations ou par un faible transport solide entrant dans la retenue (rappelons que le volume de sédiment stocké dans la retenue n'est pas connu). Sur l'Ariège, les opérations paraissent relativement efficaces pour la retenue de Garrabet. Ce n'est

pas le cas pour celle de Labarre dont la gestion particulière en période de transparence (abaissement partiel de la retenue) fait qu'elle retient en partie les sédiments évacués par Garrabet. Cependant, sur les sites de la Luzège et de l'Ariège, la connaissance du devenir du stock dans les retenues est insuffisante pour juger convenablement des opérations actuelles et prévoir l'avenir.

Par ailleurs, mis à part Artigues, les opérations ne mobilisent à l'aval des barrages et pour l'instant, que des éléments fins sans intérêt majeur pour l'équilibre hydrodynamique et le fonctionnement biologique des tronçons de cours d'eau concernés, ceux-ci étant surtout caractérisés par un déficit en éléments de petite et moyenne taille (graviers, cailloux grossiers). Cette problématique est commentée dans la conclusion générale ( § 6).

#### 4.4. L'EVOLUTION PHYSIQUE DU LIT EN AVAL DES BARRAGES

- ❑ **Sur Artigues**, et après 5 années de suivi, on remarque que la part d'éléments minéraux mobilisables n'a pas fondamentalement changé, même si on observe des fluctuations suivant un phénomène ondulatoire de fréquence rapide sous le barrage (1 à 2 ans) et plus long en aval (4 à 5 ans) (cf. Adour de Gripp : physique de lit, en annexe). Les habitats piscicoles restent stables, ce qui traduit que les fluctuations granulométriques sont sans conséquence pour l'habitat de la truite. De même, l'expertise géomorphologique confirme la stabilité du lit, en relation avec le petit volume de matériaux exportés depuis la retenue. En conclusion, sur cette chute l'objectif est atteint, les transparences assurant la continuité du transport solide, les apports de matériaux vers l'aval étant assuré sans modification sensible du lit.
- ❑ **Sur la Vézère et la Luzège**, aucune mesure physique n'encadre à ce jour une transparence, celles-ci n'ayant débuté qu'en 1998.  
Sur la Vézère les résultats enregistrés depuis lors montrent une grande stabilité du milieu physique malgré le passage de plusieurs crues.  
Sur la Luzège, par contre, l'étude des microhabitats montre une évolution sensible de l'habitat de la truite (susceptible de modifier la capacité d'accueil des stations) imputable aux crues (changement de la forme du lit par érosion ou atterrissements localisés). Des reconnaissances effectuées avant et après la transparence de 1998 ont permis de noter le dépôt de sables et limons en aval du barrage, dépôts qu'une chasse d'eau claire a fait disparaître.
- ❑ **Sur l'Ariège**, les secteurs de Garrabet et de Labarre réagissent différemment ; en aval de Garrabet, les transparences se traduisent par des dépôts sablo-vaseux temporaires en zones calmes qui sont emportés par les déversements d'eau au barrage en période de hautes eaux. L'étude des microhabitats a montré une évolution sensible du lit après la transparence de 1996 qui s'est traduite par une

baisse de la capacité d'accueil pour la truite par modification de la forme du lit (et non du substrat). Cela peut être imputable à la forte crue qui a suivi la transparence. Une étude des frayères potentielles, qui sont nombreuses, n'a pas montré d'évolution en 5 ans de suivi.

En aval de Labarre, aucune évolution sensible des fonds et du lit n'a été enregistrée.

**En conclusion**, les données disponibles dans ce domaine sont beaucoup trop partielles pour conclure, excepté pour Artigues où les opérations sont globalement positives, dans la mesure où une continuité sédimentaire est assurée. Cependant, il semblerait que les quelques opérations effectuées sur les autres chutes n'aient pas entraîné de modifications sensibles et durables du milieu physique. Faisons remarquer par ailleurs, que de fortes crues peuvent modifier localement l'habitat piscicole et donc son potentiel d'accueil, ce qui peut accroître la difficulté de juger des effets imputables aux seules transparences.

#### 4.5. LA REACTION DES INVERTEBRES BENTHIQUES

Les sites étudiés montrent des peuplements d'invertébrés qui présentent un certain nombre de similitudes, dans la mesure toutefois où leur étude est assez succincte sur le plan systématique (détermination des taxons assez peu poussée et limitée à la famille) ; les peuplements sont bien diversifiés (entre 30 et 40 taxons), denses en effectif et en biomasse, réophiles (inféodés aux eaux courantes : nombreux plécoptères, éphéméroptères heptagénéidés...), de substrat dur et traduisent une bonne qualité générale du milieu. Les formes sensibles à la pollution sont bien présentes (groupes faunistiques indicateurs généralement de niveau 9 ou 8 selon le barème de l'IBGN : plécoptères sétipalpes en particulier, trichoptères brachycentridés...), même si les taxons dominants sont plutôt ubiquistes, voire tolérants à la qualité de l'eau (nombreux diptères chironomidés et simuliidés, oligochètes, trichoptères hydropterygides, éphéméroptères baetidés, crustacés gammaridés).

Bien entendu, à partir de cette base commune, chaque site se distingue plus ou moins des autres en fonction de leurs particularités environnementales (altitude, pente du cours d'eau, substrat, hydrologie, qualité de l'eau...) et des époques faisant l'objet d'échantillonnage ; l'Adour de Gripp et la Luzège hébergent les populations les plus réophiles et affectionnant les eaux fraîches tandis que l'Ariège, la Vézère et la Garonne présentent, surtout en basses eaux d'été, quelques populations de milieux plus lents et chauds (éphémérellidés, caenidés, brachycentridés, mollusques, odonates...).

Compte tenu que les différents sites montrent des peuplements relativement comparables et qui se comportent sur les cinq années de suivi de façon assez semblable, même si là aussi des particularités peuvent être détectées, on fera une analyse globale de cette biocénose.

Les populations d'invertébrés montrent en milieu naturel des variations intersaisonniers et interannuelles qui sont le fait des cycles biologiques, souvent courts, des organismes, de l'hydrologie du cours d'eau, de la présence fluctuante d'habitats particulièrement biogènes tels que les herbiers. Tous les sites montrent de telles évolutions (c'est par exemple le cas sur l'Ariège pendant la période sans transparence) mais cela est particulièrement bien traduit par le suivi de la Garonne où, en l'absence de transparence, les densités de populations fluctuent grandement d'une année sur l'autre et pour une même époque de prélèvement (avec des facteurs de variation de densité de 2 ou 3) et dans des sens qui parfois diffèrent d'une station d'étude à l'autre (cf. Garonne : invertébrés, en annexe). De la même façon, sur ce site, la variété taxonomique a augmenté très sensiblement pendant les 5 années du suivi et semble atteindre aujourd'hui un pallier (passage d'environ 25 taxons à plus de 35 !). Cependant, la structure et la qualité des peuplements restent globalement assez stables, les taxons dominants restant inchangés et les formes polluosensibles toujours nombreuses. Ces évolutions naturelles (ou induites lorsqu'elles sont la conséquence de la qualité de l'eau ou du fonctionnement des ouvrages hydrauliques) peuvent masquer plus ou moins fortement les effets qui pourraient être imputables aux seules opérations de transparence.

Compte tenu du fort potentiel de recolonisation du milieu de la part des invertébrés il est nécessaire de distinguer (quand les prélèvements le permettent) les effets des opérations à court terme (quelques semaines) des effets à moyen terme (plusieurs mois) ou à plus long terme (quelques années).

**A court terme**, on observe souvent une dérive « accentuée » (par rapport à la dérive qui affecte en permanence ces organismes) des organismes soumis à l'onde de crue qui peut se traduire par une baisse plus ou moins forte de la densité et parfois de la variété du peuplement. Cela s'est observé sur l'Adour de Gripp en aval du barrage en 1996 et 1997 (cf. Adour de Gripp : invertébrés), sur l'Ariège à chacune des deux transparences (en particulier celle de 1996 qui, il est vrai, a été suivie par une très forte crue). Sur la Luzège, par contre la transparence de 1996 semble avoir entraîné sur les stations les plus en aval une augmentation de ces descripteurs par dérive des organismes en provenance de l'amont ! Des passages de crue en l'absence de transparence ont montré des phénomènes similaires, résultats que l'on observe également sur les stations de comparaison situées en amont des aménagements et qui subissent ces mêmes crues (crue de l'année 2000 sur la Luzège, crue de 1996 sur l'Ariège). La dérive occasionnée par les opérations paraît d'autant plus marquée que les espèces ont des affinités pour les milieux lents et les supports meubles, du fait probablement d'une mauvaise adaptation des organismes aux courants élevés (diptères chironomidés par exemple) et qu'elles présentent de grands effectifs (ce qui accroît les écarts d'effectif). L'intensité de l'impact semble également être en rapport avec le débit, ou plutôt l'importance de l'écart entre le débit de la transparence (ou de la crue) et le débit « habituel » en aval du barrage, la durée de l'opération et la vitesse de montée des eaux (surtout net sur l'Adour de Gripp).

**A plus long terme** (un ou deux ans selon l'importance de l'impact à court terme), les effets sont très estompés, la recolonisation des cours d'eau étant facilitée par la bonne capacité biogénique des milieux étudiés. Cette constatation est généralisable à tous les sites étudiés (cf. Luzège : invertébrés, en annexe). Les peuplements d'invertébrés restent globalement inchangés dans leur structure et leur qualité. Les évolutions sur cinq années constatées pour les diversités et les densités restent dans la fourchette des évolutions imputables à des causes naturelles. Pour

l'Adour de Gripp, on constate en plus un léger rééquilibrage des populations avec une réduction de la part des organismes ubiquistes ou tolérants (diptères en particulier), qui sont favorisés dans leur développement par le régime de débit réservé et une qualité de l'eau médiocre, au profit d'organismes plus réophiles et polluosensibles (plécoptères et éphéméroptères en particulier). Le peuplement sous le barrage se rapproche de plus en plus dans ses caractéristiques de celui situé dans une zone non influencée par le barrage ni les rejets domestiques, ce qui est un élément positif. Cela s'explique probablement par un « nettoyage du substrat » dont les composantes les plus riches en éléments organiques sont éliminées par la chasse et par une sélection des organismes qui résistent le mieux à l'augmentation du débit pendant la transparence.

**En conclusion**, l'ensemble des sites traduit des phénomènes assez comparables : une dérive plus ou moins accrue des organismes (les moins réophiles) en cours de transparence due à l'onde de crue, peut être accentuée localement par le transport solide en suspension et le charriage de fond, puis une reconstitution plus ou moins rapide du peuplement. Ce phénomène s'apparente à celui des crues naturelles.

On peut déduire de cette constatation que, d'une part, la ressource trophique pour le poisson constituée par ce maillon de la chaîne alimentaire n'est pas notablement altérée sur le long terme et que, d'autre part, les habitats nécessaires au maintien des macroinvertébrés, et en particulier la composante substrat, ne sont pas modifiés de façon sensible par les opérations de transparence. Dans certains cas, les transparences, en jouant le rôle d'une crue et en rétablissant en partie dans la rivière en aval du barrage une hydrologie en peu plus proche de la « normale », favorisent un certain équilibre des populations par rapport au milieu qui les hébergent.

Soulignons enfin que la forte variabilité des populations d'invertébrés rend indispensables d'avoir des stations témoins non influencées par les opérations et d'opérer les prélèvements toujours aux mêmes époques et avec les mêmes méthodes pour interpréter correctement les données des suivis.

#### **4.6. LA REACTION DES POISSONS**

Contrairement aux invertébrés, les peuplements de poissons des sites expérimentaux présentent des différences assez marquées, tant sur le plan de la variété que de la structure, ce qui nécessite une analyse site par site. Cependant une des constantes de ces populations est leur variabilité interannuelle (plus ou moins forte selon les sites). Celle ci est bien mise en évidence par l'étude de la communauté de la Garonne, site qui n'a pas fait l'objet à ce jour de transparence.

### □ Garonne

Avec 4 à 8 espèces capturées selon les époques et les stations, le peuplement piscicole de la Garonne est peu diversifié pour le type écologique du cours d'eau. Les espèces centrales (truite fario, vairon, goujon et loche franche) sont caractéristiques de la zone à ombre. La truite est peu abondante et sa population déséquilibrée, avec un déficit marqué en alevins. Il est probable que l'habitat lui soit peu favorable compte tenu de la faible représentation des secteurs lotiques, du pavage du lit, de la pauvreté en abris et en zones de frayères. Le vairon constitue la population nettement majoritaire, suivie par la population de loche, ces deux populations étant par contre bien équilibrées. Les autres espèces, appartenant à la zone à barbeau, sont occasionnelles : gardon, vandoise, chevesne, toxostome, barbeau...

Les échantillons des trois chutes ont montré une très importante baisse des effectifs du peuplement global entre 1996 et 1998, même si les évolutions ne sont pas parallèles ; les valeurs enregistrées en période automnale ont chuté de près de 70 % à Ausson et Rodères et 40 % à Miramont. Elles ont ensuite régulièrement augmenté à Ausson sans atteindre les effectifs de départ, se sont stabilisées à un niveau bas à Miramont, ont augmenté en 1999 pour rechuter à nouveau à Rodères en 2000. Même type d'évolution pour les effectifs enregistrés au printemps. Toutes les populations dominantes contribuent à ces évolutions, y compris la truite, même si le vairon et la loche contribuent de façon majoritaire à ces variations d'effectif.

Ces variations de population, enregistrées en dehors de toute transparence et phénomènes hydrologiques exceptionnels, sont difficiles à expliquer de façon satisfaisante (cf. Garonne : poissons, en annexe).

### □ Adour de Gripp

Le site est entièrement inscrit dans le secteur à truite, la truite fario étant la seule espèce présente si l'on fait abstraction des quelques vairons et chabots qui sont en limite amont de leur répartition naturelle.

La population de truites, abondante et équilibrée, présente des variations inter annuelles assez sensibles, mais sur les cinq années de suivi, on ne note pas d'évolution statistiquement significative des biomasses et des effectifs, sauf peut être en aval proche du barrage où les effectifs auraient légèrement baissé, en comparaison toutefois de la première année de suivi (1996) qui montrait une population particulièrement dense alors que de nombreuses transparences avaient déjà été effectuées auparavant ! (cf. Adour de Gripp : poissons, en annexe). En l'absence d'une vraie situation de référence, il est difficile de conclure précisément sur cet aspect. Sur le court terme, on semble observer un déficit par dévalaison des juvéniles ou/et des adultes qui est compensé quelques mois plus tard grâce aux importants déplacements enregistrés des individus.

En ce qui concerne la reproduction, les transparences, en apportant des matériaux favorables, participent à l'enrichissement du secteur en zones de frai potentielles et favorisent le

décompactage et le nettoyage des (rares) frayères déjà existantes. Les opérations se faisant en dehors de la période de reproduction et de développement embryonnaire, elles n'ont pas d'impact direct sur cette écophase.

**En conclusion**, les transparences n'entraînent pas sur le long terme d'impact net sur la population de truites qui demeure globalement dense pour la zone considérée, et semblent être plutôt favorables à l'établissement de frayères.

#### □ Luzège

Le peuplement de la Luzège dans le secteur étudié est constitué d'une quinzaine d'espèces dont certaines sont trouvées de façon aléatoire et en très faible effectif. En fait, c'est un peuplement perturbé par rapport à la typologie du cours d'eau (zone à truite) : plusieurs espèces sont inopportunes à ce type de cours d'eau (perche, gardon, rotengle, tanche, barbeau, vandoise) ou présentent des populations trop abondantes compte tenu de leur appartenance typologique (goujon, chevesne), la truite par contre montre des densités trop faibles. Cela est dû à l'environnement humain du tronçon de rivière qui est influencé à la fois par la retenue de St Pantaléon de Lapeau en amont (débit réservé qui favorise les petits cyprinidés d'eau vive au détriment des salmonidés, transparences antérieures – 1994 et 1995 - qui ont entraîné la dévalaison des cyprinidés vivant dans la retenue) et celle de Chastang en aval (remontée de poissons). A cet égard, le peuplement de la station intermédiaire qui est la plus éloignée des deux retenues s'apparente le plus à la typologie théorique. Un inventaire réalisé en 1985 montrait une variété beaucoup plus réduite (8 espèces) et plus en accord avec le milieu. Le chabot, la loche franche, la truite fario et le vairon constituent l'essentiel du peuplement originel de la Luzège, qui se complète par l'anguille et la lamproie de Planer.

En ce qui concerne la variété spécifique du peuplement, la transparence de 1996, qui intervient après deux transparences (1994 et 1995), n'apporte pas d'espèces supplémentaires, contrairement à celle de 1998 qui intervient après 24 mois sans opération (cf. Luzège : poissons, en annexe). Le peuplement de septembre 2000, après 30 mois sans transparence, mais 6 mois après une forte crue, et le plus proche du peuplement théorique ; les transparences contribuent à enrichir le cours d'eau avec les espèces qui se développent dans la retenue mais dont la plupart ne peuvent pas résister à de forts débits.

En ce qui concerne les effectifs globaux, l'impact des transparences est très variable à court terme. Il dépend en grande partie des peuplements développés dans la retenue (apport massif de juvéniles de chevesne en 1996 non renouvelé en 1998) et se manifeste soit par une augmentation des densités, par un apport des individus de la retenue compensant très nettement la dévalaison des individus du cours d'eau, soit par une réduction des densités, la dévalaison des individus du cours d'eau n'étant pas compensée par l'apport des individus de la retenue. En 2000, quelques mois après une forte crue sans transparence, on note également une réduction de la densité du peuplement. Sur le moyen terme (une à deux années), les effectifs se corrigent dans les deux sens, les densités diminuant ou augmentant pour s'équilibrer avec la capacité d'accueil du milieu.

En ce qui concerne les biomasses globales, les transparences entraînent sur le court terme une réduction brutale par dévalaison des gros sujets vivant en rivière (toutes espèces confondues) non compensée par l'arrivée des individus en provenance de la retenue (de plus petite taille). Paradoxalement, la station la plus éloignée du barrage subit l'impact le plus fort, bénéficiant peu des apports de la retenue. A moyen terme, les biomasses se corrigent et retrouvent les valeurs d'origine. Signalons également une forte baisse des biomasses totales en 1999, année sans transparence ni crue, ce qui montre bien les variations interannuelles du peuplement pour des raisons difficiles à connaître.

Pour ce qui est de la population de truite, on observe, par rapport à une population étudiée en 1985 avant que les opérations de transparence n'aient débuté, une très forte baisse de la densité totale en 1995, soit après 2 transparences consécutives. En septembre 1996 la densité augmente un peu malgré une transparence 8 mois auparavant. Elle s'accroît sensiblement en 1997, année sans transparence pour diminuer à nouveau en 1998 après une transparence. En 1999, année sans transparence, la population augmente sous le barrage pour régresser à nouveau fortement après la forte crue sans transparence de l'année 2000. L'étude de la structure de la population montre que les opérations agissent à la fois sur les individus de grande taille qui restent déficitaires et les juvéniles de l'année qui sont moins nombreux les années avec transparence. Rappelons que les opérations interviennent pendant la période de développement embryonnaire de la truite (janvier). Les années sans transparence, le recrutement est bon, ce qui montre que le potentiel de reproduction (frayères) n'est pas altéré par les opérations.

**En conclusion**, les transparences des années 1996 et 1998 se sont opérées sur un peuplement piscicole déjà très modifié par les aménagements hydrauliques existants de part et d'autre du tronçon de rivière concerné et par leur gestion ancienne (débit réservé, vidange, chasses), ce qui ne facilite pas l'interprétation des données en l'absence de véritable référence. Toutefois, il apparaît assez nettement que les transparences agissent, comme les fortes crues, en provoquant à court terme la dévalaison d'une partie des populations en place et plus particulièrement des individus les plus gros. Ce phénomène touche également la population de truites (à la fois les juvéniles de l'année et les gros individus), de façon plus accentuée dans la partie amont du secteur. Cette dévalaison est plus ou moins compensée (en terme de densité globale) selon les années par un apport d'individus en provenance de la retenue, selon la réussite de la reproduction dans cette masse d'eau. Ces individus, pour la plupart ne sont pas adaptés à la typologie du cours d'eau à ce niveau et disparaissent. A moyen terme, le peuplement du cours d'eau se restaure, par régression des populations non électives du cours d'eau, provenant de la retenue, au profit des espèces plus rhéophiles de la zone à truite. Cette restauration semble demander une vingtaine de mois.

L'impact sur la population de truites est net sur le recrutement de l'espèce par balayage des frayères (colmatage et augmentation du taux de mortalité). Cependant, les transparences n'altèrent pas à long terme les zones de frai, le recrutement étant bon les années sans transparence. De ce fait, lorsque les transparences sont effectuées pendant la période de développement embryonnaire et si les mortalités à ce stade est élevée, l'impact à long terme pourrait être diminué en n'effectuant les opérations que tous les deux ans. Cependant, l'impact cumulé réel de deux transparences successives reste à étudier.

□ Vézère

Riche d'une bonne quinzaine d'espèces, le peuplement piscicole de la Vézère est typique de la zone à barbeau, associant cyprinidés rhéophiles, cyprinidés limnophiles et salmonidés. Les espèces caractéristiques du secteur les mieux représentées sont le barbeau, la vandoise et le goujon. Les espèces faiblement représentées sont les plus nombreuses : vairon, chabot, loche, truite, lamproie de Planer, grémille, anguille, chevesne, toxostome, ablette, gardon, carpe, brochet, perche. ...Le secteur situé en aval immédiat du barrage montre cependant une affinité un peu plus apicale en rapport avec sa conformation morphologique (pente plus forte en particulier). En aval, la grande étendue des fonds de dalle et la pauvreté en abris de bordure expliquent pour partie la pauvreté en individus. Les espèces exigeantes pour la qualité des fonds sont peu représentées. Le cours d'eau privilégie les espèces tolérantes ou de pleine eau comme le chevesne, le barbeau, la vandoise, le goujon.

Une seule transparence a été effectuée, en janvier 1998, et il est donc délicat d'en tirer des conclusions généralisables.

En aval proche du barrage, l'effet à court terme a été faible. Le peuplement a conservé sa structure typique et a augmenté en densité, les individus ayant dévalé depuis la retenue (goujon en particulier) pouvant se maintenir durablement en rivière car adaptés à la typologie du cours d'eau.

A moyen terme, on enregistre une baisse sensible des populations de plusieurs des espèces dominantes et une réduction des juvéniles de l'année. Cependant une petite crue s'est intercalée entre la transparence et les inventaires piscicoles qui peut expliquer en partie ce résultat. Par la suite, on observe des évolutions assez disparates d'une station à l'autre, les effectifs remontant ou se stabilisant. Chaque année des crues interviennent en hiver ou au printemps qui peuvent participer au remaniement des populations.

□ Ariège

Le peuplement piscicole de l'Ariège à l'aval de Garrabet et de Labarre est largement dominé par quatre espèces, goujon, loche, vairon et truite.

Chabot, lamproie de Planer et saumon d'une part, chabot, chevesne, barbeau et saumon d'autre part, présentent des densités et des occurrences de capture faibles en aval respectivement de Garrabet et de Labarre. D'autres espèces sont anecdotiques.

Les abondances relatives des espèces centrales, qui ne sont pas en accord avec la typologie piscicole théorique de la rivière (trop grande abondance des goujons et faible densité des truites, chabots, lamproies en aval de Garrabet, trop faible densité des truites, lamproies, chevesnes, barbeaux, toxostomes et vandoises en aval de Labarre...), et les densités totales globalement trop faibles par rapport au potentiel naturel de l'Ariège, montrent que le peuplement de la rivière à ce niveau est profondément perturbé. L'origine de cette perturbation est multiple et à rechercher dans la profonde anthropisation du milieu. Cette faible densité des

populations rend difficile l'interprétation des résultats, les variations enregistrées étant souvent peu significatives sur le plan statistique.

Deux transparences ont été effectuées, en novembre 1996 et en mai 1999 (cf. Ariège : poissons, 2 schémas en annexe).

En 1996, la transparence a été immédiatement suivie d'une très forte crue (fréquence de retour 50 ou 100 ans) qui ne peut être dissociée dans ses effets de ceux de la transparence ; on enregistre une baisse drastique de pratiquement toutes les populations de poisson. Les densités se reconstituent ensuite en 1998 pour atteindre des valeurs proches de celles antérieures à l'épisode transparence-crue.

La transparence de 1999 peut être étudiée sur le court terme (en aval de Garrabet) et sur le moyen terme (en aval des 2 barrages). Elle est intervenue dans une période d'inconstance (augmentation ou diminution des densités selon les stations avant l'opération) des populations qu'il est délicat d'expliquer (pollution toxique des eaux depuis l'amont de Garrabet, variations de débit en aval des ouvrages, augmentation du débit réservé sur la station de Varihles en aval de Labarre ?) et qui rend l'interprétation des données plus délicate encore.

Sur le court terme, on enregistre une augmentation des populations de vairons, goujons et, plus discrètement, de chevesnes et gardons, par apport d'individus en provenance de la retenue. Ce phénomène est non durable, ces populations revenant à leur densité initiale quelques temps après.

A moyen terme, l'impact est beaucoup moins sensible qu'en 1996 mais quand même perceptible pour quelques espèces cibles (cf. tableau des résultats d'inventaires par ECD en annexe) : on enregistre un recul des densités de nombreuses populations (chabot, goujon, loche, truite, vairon...), mais qui est également net en amont de Garrabet sur la station de référence et que l'on ne peut donc pas imputer à la seule transparence (variation naturelle, pollution ?). Par contre, plusieurs espèces régressent nettement dans certains types d'habitats et seulement en aval des ouvrages (effets mis en évidence par la technique de l'ECD) :

- sous Garrabet, la Lamproie de Planer en bordures, la truite et la vandoise,
- en aval des deux barrages : les gros individus de truites et de vandoises évitent les secteurs profonds et calmes au profit des secteurs courants.

Ces effets disparaissent au bout d'un an pour la truite, deux ans pour les autres espèces.

Pour ce qui est de la population de truites, l'épisode de transparence-crue de 1996 s'est soldé par un recul de l'espèce au niveau de toutes les stations et de toutes les classes d'âge mais plus particulièrement des individus de l'année (destruction des frayères ou impossibilité de réalisation du frai de l'hiver 96-97). Pendant la période de transparence 1999, on note la chute de la population de la station de référence située en amont de Garrabet. En aval, la population conserve une bonne répartition des différentes classes de taille et une bonne densité des individus de l'année.

Une étude expérimentale a été menée sur la reproduction de la truite dans l'Ariège après 1999. Il s'avère que les crues entraînent une nette augmentation de la mortalité embryonnaire par colmatage des frayères et participent à une dispersion accélérée des alevins vers l'aval. Il en va très probablement de même pour les transparences, dont les effets sur les frayères sont peut

être accrus, par rapport à une crue, du fait d'une teneur en MES plus importante à cette occasion.

**En conclusion**, les opérations de transparence de 1996 et 1999 et le suivi se sont opérés sur un peuplement très perturbé en densité et en structure par rapport à la typologie du site et fluctuant d'une année sur l'autre, ce qui rend l'interprétation très délicate. Par ailleurs, la transparence de 1996 a été suivie d'une très grosse crue qui fait que l'on ne peut pas attribuer à la seule transparence les phénomènes observés (baisse drastique de toutes les populations). De ce fait, une seule transparence (1999) peut être exploitée. On observe à court terme un gonflement du peuplement par apport d'espèces provenant de la retenue, mais qui se rééquilibre assez rapidement. Le niveau global de la population piscicole semble se maintenir, mais quelques espèces régressent nettement dans des habitats particuliers : la lamproie de Planer dans les zones de bordure et la truite et la vandoise dans les zones profondes. Cela peut s'expliquer peut être par l'arrivée de sédiments de médiocre qualité ou peu stabilisés. Ce phénomène s'annule au bout de une à deux années.

#### □ **Conclusion pour l'ensemble des sites**

Seul l'Adour de Gripp, sur lequel un grand nombre de transparences consécutives (15) et d'opérations de suivi (6) ont été réalisés, peut faire l'objet d'un constat objectif. Pour les autres sites, un nombre insuffisant de transparences, ou/et l'absence d'opération pendant deux années consécutives, ou/et la présence de peuplements piscicoles perturbés par les aménagements ou d'autres facteurs non identifiés, ou/et l'occurrence de crues s'intercalant entre les opérations, ou/et des suivis incomplets sans référence avant opération ou sans station témoin en amont de l'ouvrage, font que les résultats sont difficiles à interpréter de façon globale.

L'Adour de Gripp se distingue des autres sites dans la mesure où d'une part la rivière est un hydrosystème d'altitude nettement courant à forte pente, intégralement inscrit dans la zone supérieure à truite (en amont comme en aval de l'ouvrage) et d'autre part la retenue est d'un très faible volume et héberge de ce fait peu de poissons et exclusivement de la truite. La dévalaison des juvéniles de l'année ou des sujets plus gros imputable à l'opération (effet d'onde de crue) est corrigée en quelques mois grâce aux importants déplacements des individus. Sur le long terme les opérations paraissent globalement neutres. Par ailleurs, l'apport d'éléments grossiers est favorable à l'installation de zones de frayères. L'absence d'effets sensibles sur le long terme des opérations de transparence est probablement favorisée par le fait que le milieu est très productif, les zones de refuge et de frai nombreuses, les déplacements d'individus peu entravés par des obstacles. Mais également, les opérations se font en dehors de la période de reproduction de la truite et à une époque qui correspond grossièrement aux hautes eaux naturelles de la rivière. Le milieu se prête donc particulièrement bien à ce type d'opération.

Les autres sites sont très différents : ils correspondent à des hydrosystèmes de plus basse altitude à pente plus faible et moins courants (d'autant moins qu'ils sont soumis à débit réservé) où le peuplement est constitué de plusieurs espèces et où les retenues, de grand volume, hébergent des populations diversifiées contenant parfois des espèces non électives de

la rivière (espèces d'eau calme). Dans ces milieux, les peuplements d'origine sont fragilisés par les aménagements et leur gestion : en particulier, le débit réservé et les retenues favorisent la présence des individus moins rhéophiles et de petites taille. De plus, des opérations antérieures (vidange, chasse...) ont pu localement désorganiser certaines populations.

Sur ces sites, deux types de phénomènes s'observent : en premier lieu, vider la retenue provoque l'arrivée plus ou moins massive dans la rivière en aval des individus qui s'y sont développés et qui pourront rester ou non en fonction de leurs exigences en terme d'habitat ; en second lieu, l'onde de crue provoque la dévalaison plus ou moins marquée (rôle probablement important des zones de refuge à ce stade de l'opération) des individus de toutes espèces. Elle entraîne également le balayage des frayères, ce qui augmente le taux de mortalité des stades embryonnaires. Le déplacement et la reproduction des poissons permettent le retour progressif à une situation antérieure. Selon que l'état écologique du cours d'eau est plus ou moins bon (productivité de l'hydrosystème, efficacité de la reproduction, possibilité de déplacement des individus...), ce retour à la situation antérieure est plus ou moins rapide et complet. L'absence, sur ces sites, de plusieurs opérations consécutives ne permet pas de juger des effets cumulés des transparences.

## **5. LES ENSEIGNEMENTS TIRES D'AUTRES SITES**

### **5.1. BASSIN ADOUR - GARONNE**

Pendant la même période, deux autres sites du bassin Adour – Garonne ont fait l'objet d'opérations de transparence avec suivi (simplifié par rapport au suivi des sites expérimentaux) des composantes du milieu. Il s'agit du barrage de Sirous sur l'Arn et du barrage de Riète sur l'Aston.

Sur l'Aston, une seule opération a été effectuée en 1999. La transparence ne s'est traduite par aucune modification notable des fonds du lit si ce n'est l'apparition très localisée de quelques dépôts fins. Les peuplements d'invertébrés et de poissons (truite) se sont comportés en aval du barrage comme sur les stations de référence amont, ne montrant aucun effet tangible de l'opération.

Sur l'Arn, trois opérations ont été effectuées en 1998, 1999 et 2000-2001. Les deux premières opérations n'ont montré aucun effet négatif sur les peuplements d'invertébrés et piscicoles (truite, vairon, loche, goujon) qui se sont comportés comme les stations de référence amont ouvrage (forte variabilité interannuelle). Par contre, les opérations 2000-2001 se sont traduites par une chute importante des effectifs des organismes invertébrés et piscicoles. Ce phénomène est à rapprocher des débits importants mis en jeu lors de ces opérations et du fort transport solide enregistré. Par ailleurs, le barrage de La Capelle, situé en aval de celui de Sirous et qui retenait les années précédentes une partie des sédiments évacués par ce dernier, a été ouvert et a restitué une grande quantité de sédiments qui ont colmaté sensiblement le lit.

### **5.2. BASSIN ALPIN**

Un grand nombre de retenues alpines font l'objet de chasses depuis une vingtaine d'année, avec comme objectifs affichés : 1/ limiter ou éviter un engrèvement excessif des retenues pouvant menacer le bon fonctionnement des ouvrages, 2/ préserver la capacité des retenues, assurant ainsi le respect de l'obligation d'entretien par le concessionnaire, 3/ respecter dans certains cas la cote des plus hautes eaux en crue et protéger les riverains contre une surélévation de niveau amont de la retenue due au remous (POIREL, EDF). Ces objectifs visent donc essentiellement à maintenir en état l'outil de production, voire à réduire les risques d'inondation, mais concernent peu l'équilibre du cours d'eau sur le plan du transit solide et des habitats biologiques en aval.

Compte tenu de ce contexte particulier dans lequel les préoccupations environnementales ne sont pas prioritaires, la comparaison avec les transparences effectuées en Adour – Garonne est peu pertinente. Une rapide synthèse de ces opérations est néanmoins fournie en annexe. Signalons que le retour d'expérience sur les retenues alpines a permis d'ajuster les opérations de chasse dans le but de réduire les impacts biologiques, en particulier en corrigeant les gradients hydrauliques de montée et de descente des débits afin qu'ils tendent vers des valeurs plus « naturelles ».

## 6. CONCLUSIONS GENERALES

Il s'agit de tirer de ce qui précède des enseignements généraux en ce qui concerne l'effet des transparences sur le milieu aquatique. L'analyse de ces effets doit être rapportée aux objectifs des opérations. Rappelons que ceux ci sont au nombre de trois principaux :

- rétablir le transport solide dans le cours d'eau en aval du barrage,
- diminuer les risques de pollution lors des opérations de vidange,
- éviter le comblement des retenues et le colmatage des prises d'eau,

L'efficacité de ce type d'opération nécessite qu'elles soient opérées de façon suffisamment rapprochées, de l'ordre de la fréquence annuelle. Ce sont donc des effets cumulés qui doivent être analysés.

A l'aune de ces cinq années d'expérience, la connaissance des phénomènes mis en jeu s'est nettement améliorée sur plusieurs points passés en revue ci-après. Mais des questions restent encore sans réponse, en raison d'une part du trop faible nombre d'opérations réalisées à ce jour et d'autre part parce que, en milieu naturel, la plupart des composantes de l'hydrosystème ne sont pas maîtrisables. Il en est ainsi de l'hydrologie qui est déterminante dans la conduite des opérations de transparence et dans le devenir des composantes tant physiques que biocénétiques de la rivière en dehors de ces mêmes opérations. Le seul site où l'hydrologie est en partie maîtrisable (Adour de Gripp), en raison des retenues situées en amont, est celui qui fait l'objet d'une opération parfaitement programmée et suivie chaque année et pour lequel les résultats des études sont relativement clairs.

- ◆ Donc, sur l'ensemble des sites pilotes suivis pendant 5 ans, seul un site a fait l'objet d'une véritable **gestion par transparence**, l'Adour de Gripp, avec une opération par an qui permet d'évacuer les sédiments fins et grossiers accumulés pendant l'année. Sur les autres sites, la difficulté d'évaluation du débit nécessaire au déclenchement de l'opération et d'autres problèmes annexes ont rendu celles ci aléatoires. De ce fait, les quelques opérations effectuées à ce jour s'apparentent plutôt à des chasses ponctuelles qui évacuent une partie du stock accumulé depuis plusieurs années. Ces opérations conduisent pour l'instant au seul déstockage des sédiments fins, les éléments grossiers étant toujours stockés dans la retenue. Nous en sommes toujours pour ces sites à la première phase de ce type de gestion (cf. § 1), qui amène à relarguer en premier lieu les sédiments les plus fins déposés en amont proche du barrage. Ce relargage est cependant maîtrisé par le mode opératoire mis en œuvre par l'exploitant et les laboratoires de contrôle afin de respecter les paramètres de surveillance de la consigne.

On peut être tenté de comprendre pourquoi les bons résultats obtenus à Artigues ne l'ont pas été sur les autres sites. A cela plusieurs réponses possibles :

- un grand nombre d'opérations de transparence de fréquence annuelle ont été réalisées à Artigues depuis une quinzaine d'années contre quelques opérations espacées sur les autres sites,
- la retenue d'Artigues possède un plus faible volume (de 10 à 100 fois) et elle est aussi plus courte (de 5 à 15 fois),
- les débits sont peut être trop faibles ou/et les durées d'opération trop courtes sur les autres chutes.

Par ailleurs, trop peu d'éléments bathymétriques permettent de dresser à ce jour pour les retenues concernées un bilan « entrées – sorties », pourtant indispensable pour juger de la réussite de l'opération et estimer au bout de combien d'essais on arrivera à de véritables transparences (cf. § 72).

- ◆ **L'impact physique** sur la rivière en aval, les mécanismes de répartition des dépôts au cours des séquences hydrologiques successives, qu'elles soient « naturelles » ou modifiées par les transparences, est difficile à évaluer avec justesse en l'absence de protocoles méthodologiques véritablement adaptés dans l'état actuel des connaissances. Plusieurs méthodes ont été testées, les plus classiques (expertise géomorphologique, étude granulométrique des fonds) semblant les plus performantes. Quoiqu'il en soit, dans le cas présent le milieu physique semble peu impacté quand l'opération est correctement maîtrisée (bonne répartition des éléments restitués), ou très localement et de façon réversible. L'étude de la réponse des organismes vivants aux transparences, et plus particulièrement des poissons, paraît être, tout compte fait, le meilleur moyen pour juger de la façon dont les sédiments exportés depuis les retenues se répartissent dans la rivière en aval.
- ◆ **Les effets sur les invertébrés** sont parmi les mieux appréhendés et concordent assez bien d'un site à l'autre. Ces organismes réagissent à une transparence comme ils réagissent à une crue, par une dérive accrue. Leur fort potentiel de recolonisation leur permet de rétablir la situation en quelques mois tant que le milieu physique n'est pas dégradé. Ce sont de bons témoins de la qualité du substrat. Ce rapide retour à une situation « normale » est favorisé par la bonne qualité biologique des sites en question (forte variété taxonomique et forte densité). Sur des sites potentiellement moins riches, ce rééquilibrage du peuplement serait peut être plus difficile à atteindre.
- ◆ **Les effets sur les poissons** sont beaucoup plus complexes, très dépendants des caractéristiques des sites et des aménagements, de la période de l'opération et de l'hydrologie. Le faible nombre d'opérations effectuées, la variété des conditions de milieu des sites étudiés font qu'il n'est guère possible à ce jour de tirer des conclusions d'ordre général, et en particulier de juger des effets cumulés d'opérations successives. Les quelques tendances générales sont les suivantes :
  - la qualité des eaux durant les opérations et compte tenu des seuils à respecter, semble ne pas entraîner d'effet direct sur les individus, hors probablement la phase de reproduction de certaines espèces (voir ci-après). A ce titre, les opérations de

transparence sont plus favorables que les vidanges qui se traduisent la plupart du temps par une forte dégradation de la qualité, en ce qui concerne plus particulièrement l'oxygène dissous et l'azote ammoniacal.

- l'onde de crue provoque en revanche une dévalaison des individus les plus sensibles en fonction des exigences habitationnelles de chacun et des conditions de milieu (abondance en zones de refuge) : les post émergents et les gros sujets semblent être les plus touchés. Les organismes sont d'autant plus sensibles à ce phénomène, qu'en période « normale » ils vivent sous un régime hydrologique diminué (débit réservé) et régulé (hautes eaux écrêtées voire annulées). L'importance de cette dévalaison semble en relation avec l'importance de l'écart entre le débit de « base » (débit réservé) et le débit de l'opération. On retrouve ainsi les mêmes causes et les mêmes effets que ceux identifiés pour les régimes en éclusées de certaines centrales hydroélectriques (études Cemagref et ENSAT pour le compte d'EDF). La gestion des débits en période et hors période de transparence est donc déterminante pour la réussite des opérations, en particulier quand le milieu offre peu de zones de refuges.
- l'onde de crue, par son effet hydraulique sur les frayères, provoque également une augmentation de la mortalité embryonnaire, phénomène qui doit être encore accentué par le taux de matières en suspension qui est sensiblement plus élevé que pour une crue naturelle. La période d'intervention est donc aussi déterminante, en particulier pour les espèces à faible potentiel de reproduction et que l'on veut protéger. Par contre, le potentiel de frai (zones de reproduction) ne paraît pas être touché sur le long terme. Il peut même être amélioré (pour les truites) quand l'opération amène à restituer dans la rivière des éléments de granulométrie convenable (cela est d'ailleurs un des objectifs des transparences).
- quand l'aménagement possède une retenue de grand volume, les populations qui s'y développent dévalent dans la rivière et s'y maintiennent plus ou moins durablement selon que leurs exigences le permettent ou non. Les populations non électives (par exemple les cyprinidés d'eau calme d'une retenue située dans une zone à truite ou à ombre) disparaissent assez vite. On peut penser qu'après plusieurs transparences de fréquence annuelle, ce phénomène s'estompera, les populations de la retenue ayant de plus en plus de mal à s'y reproduire.
- les populations électives du cours d'eau reconstituent leur effectif après l'opération par reproduction et/ou déplacement des individus dans le cours d'eau. Ce second mode de recolonisation, plus rapide, dépend des possibilités de déplacement des organismes dans la rivière en aval du barrage (hauteur d'eau, infranchissables...), qu'il conviendra d'améliorer si possible.
- des accumulations locales de sédiments peuvent entraîner des déplacements d'individus, soit parce qu'ils ne conviennent pas aux exigences de l'espèce, soit du fait de leur instabilité ou de leur mauvaise qualité (richesse en matières organiques). A terme, du fait d'opérations de fréquence annuelle, on devrait tendre

à une amélioration de la qualité de ces sédiments. Par rapport aux vidanges, cet impact est toutefois à relativiser car beaucoup moins accentué en raison de leur meilleure dispersion dans le système.

**En conclusion**, les opérations de transparences opérées de façon régulière (et correctement maîtrisées) sur des retenues de petit volume implantées sur des cours d'eau à forte énergie du domaine de la truite semblent être sans grands effets cumulés négatifs, si par ailleurs les autres conditions de milieu sont favorables au bon développement des organismes aquatiques et leur permettent de surmonter les effets à court terme. Elles permettent de restituer à la rivière des éléments granulométriques favorables à l'installation de frayères et au bon équilibre hydrodynamique du milieu. Pour ce type de site, les opérations de transparence répondent aux objectifs poursuivis.

Dans les autres cas (grandes retenues, cours d'eau à moindre énergie, peuplements piscicoles plurispécifiques), les opérations suivies montrent qu'une opération de transparence a des effets environnementaux assez comparables à ceux d'une crue<sup>2</sup>. Néanmoins, plusieurs questions restent à résoudre : qu'en est-il des effets cumulés de plusieurs opérations consécutives sur les populations piscicoles, combien de transparences sont nécessaires pour atteindre un équilibre sédimentaire dans la retenue et espérer faire transiter les éléments grossiers ? Répondre à ces questions, si tel est le souhait des gestionnaires des cours d'eau, nécessite de poursuivre les essais. Il faudrait encore suivre, sur chacun des sites expérimentaux, au moins deux (si possible trois) opérations successives afin d'en évaluer les impacts cumulés.

Les opérations de transparence s'apparentent donc beaucoup dans leurs effets aux crues naturelles, crues qui sont souvent écrêtées par les retenues dans ces systèmes à l'hydrologie influencée. Il est donc difficile de faire la part de l'impact dû à la transparence de celui dû à la crue, ces deux phénomènes arrivant, par nature, en même temps.

La réduction des impacts négatifs passe donc en grande partie par une meilleure gestion des débits pendant les transparences (cf. ci-après, § 7.1. : le mode opérationnel) mais également en dehors de ces opérations.

L'étude des effets des variations importantes des débits (crues, éclusées...) dans les tronçons court circuités par les ouvrages montre que le relèvement progressif du débit réservé à l'aval des barrages, notamment lors du renouvellement de titre, peut souvent permettre d'obtenir des populations plus en équilibre avec le potentiel du cours d'eau et de nature plus rhéophile, qui réagissent de ce fait mieux au stress occasionné par les déversés en période de crue (avec ou sans transparence).

---

<sup>2</sup> Les impacts unitaires sur le milieu d'une transparence et d'une crue peuvent être du même ordre, mais les fréquences d'apparition n'étant pas les mêmes, les impacts cumulés peuvent différer. Par ailleurs, une transparence, contrairement à une crue, est une opération maîtrisable dont on peut contrôler la modalité et donc l'impact.

De même, une augmentation préventive et limitée dans le temps du débit réservé avant une éventuelle opération de transparence permettrait de réduire l'écart entre le débit de base et le débit de transparence, donc l'effet d'onde de crue. Enfin, un relèvement de ce même débit réservé après une opération faciliterait la circulation des poissons en dehors des opérations et donc la recolonisation du cours d'eau. Il s'agit là d'hypothèses. Les travaux en cours de la Cellule Débits Réservés (EDF, Ministère de l'Industrie, Ministère de l'Environnement, Cemagref, Universités) devraient prochainement amener un éclairage précis sur ces points.

## 7. LES RECOMMANDATIONS ET LES PERSPECTIVES

Les recettes d'une transparence réussie en termes de transit du stock alluvionnaire et d'impact sur l'hydrosystème en aval dépendent principalement du contrôle de l'équilibre entre le débit liquide et le débit solide. Il s'agit d'éviter un relargage trop massif de sédiments qui, outre ses effets directs sur les individus (lésions), entraîne une modification trop brutale des fonds et des habitats biologiques (engravement et colmatage) mais également un débit trop élevé qui désorganise les habitats et entraîne les populations vers l'aval. Il faut aussi éviter un débit trop peu chargé en sédiments qui favorise le décapage du lit du fait de son caractère très érosif, ce qui va à l'encontre de l'objectif recherché qui est de recharger le lit en sédiments déficitaires.

**Transparence réussie = fonction (équilibre débit solide/ débit liquide)**

Le mode opérationnel est donc déterminant. Des expériences précédentes, on peut tirer quelques recommandations générales qui demandent cependant à être vérifiées et complétées par les résultats des suivis des opérations à venir sur les mêmes sites ou/et d'autres sites.

### 7.1. LE MODE OPERATIONNEL

Plusieurs caractéristiques du mode opérationnel vont influencer la réussite de l'opération par transparence : l'hydrologie, la période, la durée, la qualité des eaux.

- **Le débit de déclenchement de l'opération**

Les opérations de transparence ont été programmées à l'origine sur la base d'une fréquence d'un an, l'objectif étant de restituer en aval les sédiments apportés par le cours d'eau et déposés dans la retenue pendant un cycle hydrologique annuel. On profite alors d'une crue de retour annuel, ou plus importante en débit.

Sur l'Adour de Gripp, qui fait l'objet d'une transparence chaque année depuis plus de 15 ans, les objectifs sont tenus en termes de transit du transport solide et de moindre impact environnemental. Sur la Luzège et l'Ariège, l'hypothèse a été émise qu'une transparence tous les deux ans faciliterait la réorganisation des populations, mais elle repose sur trop peu d'opérations. En attendant un retour d'expérience plus fourni en la matière, on préconisera de rester sur un mode de gestion annuel, ce qui en pratique n'est pas le cas actuellement. Il est d'ailleurs fort possible que cette fréquence soit à adapter au cas par cas en fonction du volume de matériaux à évacuer et de la réponse de la rivière en aval.

A ce jour, le seul site où des transparences sont effectuées chaque année (Adour de Gripp) est celui pour lequel on peut obtenir le débit nécessaire, à la période voulue, en gérant en conséquence les ouvrages de retenue situés en amont dans le bassin versant. Si la « crue artificielle » présente des avantages évidents en termes de programmation et de maîtrise des débits, elle peut par contre présenter des inconvénients en matière d'environnement quand elle n'est pas réalisée en période naturelle de hautes eaux de la rivière : plus faible dilution par les affluents situés en aval, zones connexes de refuge moins étendues, fin de « crue » plus brutale...

Pour les autres chutes, on est tributaire, d'une part d'une connaissance suffisamment exacte de l'hydrologie du cours d'eau afin d'évaluer correctement le débit nécessaire au déclenchement chaque année des opérations, d'autre part des conditions météorologiques de la période autorisée. Il apparaît à l'expérience que, sur plusieurs sites (Garonne, Vézère et Luzège en particulier), les débits de déclenchement ont été surévalués, ce qui explique le faible nombre d'opérations engagées sur 5 ans d'expérience. Nous rappelons que les débits fixés pour les opérations doivent s'observer plusieurs jours de suite si l'on veut évacuer une quantité significative de sédiments.

Il convient donc de reconsidérer cet élément, ce que EDF a déjà commencé à faire. A la lueur du bilan de l'ensemble des chutes étudiées, le débit de déclenchement d'une transparence doit répondre à plusieurs exigences :

- il doit permettre de réaliser des opérations à la fréquence annuelle sur une période de quelques jours (donc être suffisamment faible) pour éviter que la retenue emmagasine trop de dépôts entre deux opérations et pour réduire de ce fait les risques de dénaturation physique du lit en aval. De plus, élément favorable, une fréquence annuelle freine la recolonisation de la retenue par des espèces piscicoles qui vont se retrouver en aval dans la rivière après la transparence et participer à la déstructuration, même provisoire, du peuplement de la rivière.
- il doit pouvoir être évacué par les vannes de fond avec la retenue vide, donc suffisamment faible.
- il doit procurer des effets minimums sur les biocénoses du cours d'eau, effets inhérents à l'onde de crue qu'il provoque (dévalaison des organismes, balayage des frayères). Cela milite également en faveur d'un débit faible, d'autant plus que les organismes se développent le reste de l'année dans un milieu à faible débit (sur la Luzège, le débit de transparence semble très élevé par rapport au débit réservé). A ce titre, le rapport du débit de transparence et du débit minimum en rivière sera à considérer quand le retour d'expérience sera plus fourni.

- il doit permettre d'évacuer depuis la retenue une quantité de sédiment suffisante (érosion dans la retenue), de l'ordre de celle que la retenue retient annuellement, et les répartir convenablement dans la rivière en aval. Cela peut nécessiter par contre un débit relativement important, en particulier tant que la retenue contient une quantité excédentaire de sédiments. Mais pour plusieurs des chutes concernées, un débit important ne peut pas être évacué avec la retenue vide compte tenu du dimensionnement des ouvrages de fond (Vézère et Luzège en particulier).

Un compromis doit donc être trouvé, qui sera propre à chaque chute et dépendra du volume à évacuer, de la granulométrie des matériaux, des possibilités de transit au sein de la retenue (forme de la cuvette, profil en long, longueur du bassin, capacité d'évacuation des vannes de fond,...), de la sensibilité de l'hydrosystème en aval. Une étude hydraulique fine sera donc à mener sur chacun des sites afin de s'assurer que les objectifs des transparences peuvent être tenus (§ 72).

On préférera les crues qui mettent en jeu un volume d'eau important et des gradients hydrauliques peu marqués plutôt qu'une pointe de débit élevée : les crues de fusion nivale en régime nival ou nivo-pluvial et les crues d'hiver en régime pluvial. Les crues d'automne, souvent brutales et courtes, sont à ce titre moins favorables. Ces dernières crues procurent également souvent moins de refuges latéraux aux organismes aquatiques.

Il n'y a donc pas de recette figée et valable pour toutes les chutes. Il faut s'adapter au cas par cas, ce qui nécessite au préalable de bien connaître le volume et la nature des sédiments à évacuer et de prévoir correctement l'hydrologie sur plusieurs jours.

- **La durée de l'opération**

Il conviendra de jouer également sur la durée des opérations pour évacuer la quantité voulue de sédiments dans le respect des consignes en ce qui concerne la qualité des eaux, et surtout les sédiments grossiers. Cette durée sera fonction du débit de l'opération, du volume et de la nature des sédiments à évacuer, des caractéristiques de la retenue.

<p><b>durée des opérations = fonction (débit, volume et nature des sédiments à évacuer, caractéristiques de la retenue)</b></p>
---

Elle dépendra également du taux de matières en suspension dans l'eau évacuée : il conviendra en particulier d'arrêter l'opération quand l'eau sera trop chargée en matières en suspension, pour respecter les consignes.

- **La période de l'opération**

Le suivi des sites a montré que la période de reproduction des poissons était une des phases les plus sensibles aux transparences (balayage des pontes et des alevins, colmatage des frayères). Il conviendrait donc, théoriquement, et quand cela est possible, d'éviter de procéder à des opérations en hiver (décembre – mars) sur les cours d'eau à truite et au printemps (à partir d'avril) sur les cours d'eau à cyprinidés. Ainsi, sur la Luzège, cours d'eau à truite, il conviendrait de préférer l'automne à l'hiver (balayage des frayères) ou au printemps (entraînement des alevins) et sur la Vézère (cours d'eau à cyprinidés d'eau vive) l'automne et l'hiver au printemps. Cependant, cela est en contradiction avec ce qui a été dit précédemment en ce qui concerne le débit de déclenchement. La période de l'opération doit être dictée plus par le type de crue que par la période de reproduction des poissons. Sur la Luzège, par exemple, les crues arrivent en hiver et les populations sont naturellement régulées par ce phénomène. Les transparences en hiver sont donc plus « naturelles » (de même sur la Vézère). Sur Garabet – Labarre et l'Adour de Gripp, les transparences sont à faire de préférence au printemps (crue nivale) qu'en automne.

Par ailleurs, sur les sites où le débit restitué en aval du barrage est modulé en fonction de l'époque de l'année, il est préférable d'opérer en période de débit élevé pour réduire l'écart avec le débit de transparence. C'est par exemple le cas sur l'Adour de Gripp où les débits réservés sont sensiblement augmentés en juin sur certains secteurs du cours d'eau, mois qui serait donc à préférer au mois de mai qui fait habituellement l'objet de ces opérations.

- **Les autres modalités de gestion des débits**

Compte tenu de ce que l'on estime à ce jour des relations entre les réponses des organismes aquatiques et la gestion des débits dans la rivière, un certain nombre de recommandations peuvent être faites de façon générale :

- On tentera d'intervenir le plus tôt possible dans l'événement hydrologique, en période de montée de la crue, de manière à prolonger l'opération au maximum, ce qui facilitera sa gestion.
- Le gradient de montée des débits doit être progressif afin de permettre aux organismes de réagir en conséquence (recherche d'abris hydrauliques).
- L'opération doit ensuite se dérouler en continu sans à coup (sans fermeture et ouverture brutales des vannes de fond).
- Le gradient de descente des débits doit être progressif afin de permettre le rétablissement d'un granoclassement latéral des particules, en évitant que les MES en transit se déposent sur tout la largeur du lit, protégeant ainsi du colmatage le lit à débit réservé. On essaiera de maintenir quelques temps après l'opération un débit relativement élevé qui facilite la recolonisation du milieu

par les poissons, en particulier dans les secteurs soumis à un débit réservé faible et où le déplacement des individus est rendu difficile par des obstacles naturels ou non.

- On évitera les chasses d'eau claire après l'opération qui entraînent un stress supplémentaire sur les populations. Si elles s'avèrent nécessaires, en fonction des quantités de sédiments évacuées, il importera de les faire dans la continuité (c'est à dire en évitant le retour au débit réservé entre les deux événements).

- **Les consignes de qualité des eaux**

Les seuils à ne pas dépasser pour les principaux paramètres de la qualité des eaux sont pour la plupart des sites convenables, excepté pour la Luzège où ils sont comparativement faibles, sans explication satisfaisante. Sur ce site et compte tenu des bonnes caractéristiques des eaux en ce qui concerne l'oxygène qui reste à saturation, la température qui est froide et le pH qui est proche de la neutralité, on pourrait porter les seuils à 1,5 mg/l pour l'ammoniaque et 5 g/l pour les MES, de façon à ne pas être amené à interrompre trop tôt des opérations alors que les risques environnementaux restent faibles.

## **7.2. LE SUIVI ENVIRONNEMENTAL**

On distinguera le suivi expérimental préconisé sur certains sites tests, du suivi de routine à mettre en œuvre sur les aménagements où la gestion par transparence a été validée. Enfin des actions de recherche sont proposées.

### **7.2.1. Suivi expérimental**

Le protocole défini en deuxième phase de l'étude (1995) pour l'ensemble des sites a été par la suite beaucoup discuté, voir adapté ou complété pour coller au mieux aux réalités du terrain où répondre à des problématiques qui semblaient être mal appréhendées (suivi du milieu physique en particulier). En fin de compte, au bout de 5 années de mise en pratique, il apparaît comme assez performant au regard des méthodes disponibles à ce jour. Nous ferons toutefois des remarques concernant certains éléments de ce protocole, d'importance inégales.

- **Qualité des eaux**

- L'emploi d'un turbidimètre en cours d'opération de transparence, calé sur les mesures de matières en suspension, permet de réagir très vite (manœuvres des vannes de fond) en cas de dépassement des seuils.
- Les paramètres de mesure des matières organiques ne sont pas indispensables. Les valeurs seront toujours très élevées compte tenu du type d'opération (évacuation de sédiments) et sont sans grande signification par rapport à un impact potentiel du milieu.

➤ **Biologie**

- Il est indispensable, avant de débiter des opérations de transparence sur un site nouveau, de réaliser un véritable état de référence des peuplements tant invertébrés que piscicoles. Afin d'estimer les variations interannuelles des populations, celui-ci doit se faire sur plusieurs années (minimum 3) et pour un fonctionnement « normal » de l'aménagement, hors influence d'une vidange en particulier. Si possible, ce suivi devra intégrer un événement hydrologique particulier type petite crue (on évitera cependant les crues importantes de faible retour),
- Il est important, en cours de suivi, d'étudier en parallèle une station de contrôle non influencée par les transparences qui permet de comparer (de façon qualitative) les évolutions enregistrées sur les stations influencées avec celles enregistrées en milieu naturel afin d'évaluer l'effet d'événements naturels (crue) ou anthropiques (pollution). Cette station pourra être située sur le même cours d'eau en amont ou en aval de l'aménagement, sur un affluent ou un cours d'eau proche et aux caractéristiques semblables, de manière à ce qu'elle réagisse sur le plan de l'hydrologie et du « climat » de façon comparable aux stations influencées par les opérations.
- Un inventaire annuel des populations d'invertébrés et de poisson semble suffisant, à réaliser de préférence en été.

➤ **Milieu physique**

Le milieu physique est le compartiment de l'hydrosystème qui est le plus difficile à décrire dans ses évolutions. Parmi les différentes méthodes qui ont été mises en œuvre, « l'échantillonnage ponctuel granulométrique » est celle qui rend le mieux compte de l'évolution du substrat à l'échelle stationnelle. Elle doit être complétée par une expertise géomorphologique de l'ensemble du tronçon concerné. L'étude des microhabitats piscicoles n'a pas paru performante aux prestataires de service car ayant rarement montré d'évolution stationnelle (!). C'est probablement parce que les stations n'ont pas évolué significativement sur le plan granulométrique et morphologique, ce que confirme d'ailleurs les autres méthodes. Il paraît toutefois intéressant de savoir si les stations qui font l'objet d'inventaires piscicoles évoluent ou pas en termes de capacité d'accueil, ce qui permet ensuite d'orienter les recherches en ce qui concerne les causes d'éventuelles évolutions de ces populations (effet direct de la transparence elle-même ou effet indirect de la modification du milieu physique). Quoiqu'il en soit, l'étude de la réponse des organismes vivants aux transparences, et plus particulièrement des poissons, paraît être, tout compte fait, le meilleur moyen pour juger de la façon dont le milieu physique évolue et les sédiments exportés depuis les retenues se répartissent dans la rivière en aval.

### 7.2.2. Suivi de routine

Un suivi du milieu pourra être mis en place dans le cadre d'une gestion « en routine » d'un ouvrage par transparence. Les éléments de ce suivi seront alors les plus discriminants au regard du site considéré et compte tenu des résultats obtenus les premières années sur un suivi complet. En règle générale, les paramètres de la « qualité de l'eau » indispensables à la conduite de l'opération, et le compartiment « poissons » le plus intégrateur de l'hydrosystème, devraient être suffisants.

### 7.2.3. Axes de recherche

- L'utilisation d'un modèle déterministe de dynamique de populations de truite permettrait de mieux interpréter les résultats des inventaires piscicoles réalisés sur les cours d'eau faisant l'objet d'un suivi et de mieux comprendre les relations entre les différentes cohortes, ceci afin de simuler les grandes tendances d'évolution d'une population soumise à des fluctuations des paramètres environnementaux. La possibilité de relier les fluctuations d'habitat à la dynamique d'une population permettrait d'estimer l'impact à court et moyen terme de transparences et de différencier les effets d'une transparence des effets d'une crue. Un tel modèle déterministe est à l'heure actuelle utilisé de façon expérimentale dans le cadre de la « Cellule Débits Réservés » (EDF, Ministère de l'Industrie, Ministère de l'Environnement, Cemagref, Universités), dans le but de distinguer les effets sur les populations piscicoles qui sont dus au relèvement du débit réservé de ceux inhérents aux autres événements hydrologiques. Il est apparu en particulier que, sur plusieurs sites faisant l'objet de ce suivi, les crues printanières provoquaient une augmentation sensible des mortalités des post émergents et participaient de ce fait à réguler les populations de truite. Ce modèle pourrait être utilisé sur des sites où les suivis piscicoles sont complets et homogènes et où l'hydrologie est bien connue (sites de la Luzège, de l'Adour de Gripp...).
  
- Il est à ce stade d'avancement de l'étude nécessaire de mieux comprendre les mécanismes sédimentaires qui sont mis en jeu dans les retenues au cours des transparences, afin de répondre à plusieurs questions telles que, 1/ quelle est l'importance et la nature du transport solide entrant dans les retenues, 2/ quel est l'état d'équilibre sédimentaire des retenues, 3/ quelles conditions (débit de crue, durée d'opération...) sont nécessaires pour évacuer ce sédiment, 4/ à quelle échelle de temps peut on espérer évacuer du sédiment grossier.  
  
Cela passe par un suivi bathymétrique des retenues couplé à des mesures granulométriques (carottes de sédiments), et la modélisation des phénomènes sédimentaires liés aux crues et aux transparences (bilan entrée/ sortie, déplacement des sédiments au sein du bassin...). Un site expérimental pourrait faire l'objet d'un tel suivi. Il faut dans ce cas privilégier un site où le transport solide en amont est régulier (échelle annuelle) et comprend du matériau de la taille des petits et gros graviers. La retenue de Garabet répondrait assez bien à ces exigences.

XXXXXXXX

## **ANNEXES**

**Retour d'expérience synthétique des chasses effectuées dans le bassin alpin**

**Schémas hydrauliques des sites étudiés**

**Graphiques d'évolution des variables du milieu aquatique**

**Inventaires piscicoles sur l'Ariège**

## **RETOUR D'EXPERIENCE SYNTHETIQUE DES CHASSES EFFECTUEES DANS LE BASSIN ALPIN**

Un grand nombre de retenues alpines font l'objet de chasses depuis une vingtaine d'année, avec comme objectifs affichés : 1/ limiter ou éviter un engravement excessif des retenues pouvant menacer le bon fonctionnement des ouvrages, 2/ préserver la capacité des retenues, assurant ainsi le respect de l'obligation d'entretien par le concessionnaire, 3/ respecter dans certains cas la cote des plus hautes eaux en crue et protéger les riverains contre une surélévation de niveau amont de la retenue due au remous (POIREL, EDF). Ces objectifs visent donc essentiellement à maintenir en état l'outil de production, voire à réduire les risques d'inondation, mais ne concernent pas l'équilibre du cours d'eau sur le plan du transit solide et des habitats biologiques en aval.

Ces chasses sont réalisées en période de hautes eaux avec un débit minimal obligatoire, équivalent le plus souvent à celui de la crue annuelle. Elles sont conditionnées par un abaissement du plan d'eau relativement rapide provoquant soit un arrachement dynamique des sédiments déposés les mois ou années précédentes, soit un simple transit des matériaux apportés par la crue. La durée de ces opérations est d'une à plusieurs journées et leur fréquence de mise en œuvre est très variable. Elle est directement liée à l'hydraulicité du cours d'eau et le cas échéant aux périodes autorisées par arrêté préfectoral. En règle générale, l'objectif recherché est d'effectuer au moins une chasse par an. Mais sur certains ouvrages, plusieurs chasses sont réalisées dans l'année dès que les conditions hydrologiques sont satisfaites et lorsque l'on soupçonne la crue d'apporter de 'trop' grosses quantités de matériaux par rapport au volume du bassin (crues d'automne).

Les conditions qui prévalent sur les sites alpins qui font l'objet de chasses et de suivis et pour lesquels on a un certain retour d'expérience (POIREL, EDF-DTG), sont assez différentes de celles des sites d'Adour - Garonne vus ci-avant. Le transport solide est en règle générale (beaucoup) plus important et le potentiel piscicole (la truite est bien souvent la seule espèce présente ou presque) plus faible pour des raisons naturelles ou anthropiques (milieu physique perturbé, eau polluée...), de sorte que les enjeux biologiques sont modestes. Cela explique que : 1/ souvent les chasses ne sont pas soumises à des seuils réglementaires de qualité des eaux, 2/ les suivis biologiques en général et piscicoles en particulier sont exceptionnels, 3/ de nombreuses 'petites' retenues (d'un volume équivalent ou supérieur à celui du barrage d'Artigues) font l'objet de chasses très fréquentes sans suivi d'aucune sorte car étant considérées, a priori, sans impact sensible.

En termes de qualité des eaux durant les opérations, d'une manière générale les chasses se traduisent par des concentrations en MES, en azote ammoniacal et par des déficits en oxygène dissous d'autant plus faibles qu'elles sont réalisées avec des forts débits. Le phénomène de dilution prime donc sur l'augmentation des volumes de sédiments évacués si, et seulement si, on évite l'accumulation des sédiments sur une longue période, d'où l'intérêt d'un débit de

déclenchement de l'opération pas trop élevé afin de réaliser les chasses de façon suffisamment rapprochée. Cependant, la première chasse qui doit éliminer un passif important peut être réalisée sur une crue de fort débit pour faciliter la dilution (POIREL, EDF).

Les teneurs maximales en MES atteignent souvent plusieurs dizaines de grammes par litre d'eau : entre 5 et 40 g/l sur les retenues de la basse Isère en aval de Grenoble, entre 11 et 63 g/l sur la moyenne Isère en Savoie (retenue d'Aigueblanche), entre 9 et 74 g/l sur l'Arly en Savoie (retenue des Mottets), jusqu'à plus de 100 g/l sur l'Arc en Savoie (ouvrages en série de la Maurienne)... Rappelons que ces cours d'eau peuvent présenter en crue des teneurs naturelles élevées dépassant fréquemment et nettement les 5, voire 10 g/l. Les quantités de sédiments évacuées sont en proportion : plusieurs dizaines, voire centaines de milliers de tonnes.

Malgré cela, les concentrations en oxygène dissous restent le plus souvent bonnes (supérieures à 6-7 mg/l). Toutefois des valeurs très basses peuvent survenir, sans relation nette avec la teneur en MES, en particulier quand les opérations sont réalisées en automne (qualité des sédiments moindre à cette époque ?).

Les teneurs en azote ammoniacal, ne faisant souvent pas l'objet de seuils réglementaires, peuvent atteindre plusieurs mg/l : de 0,1 à 5 mg/l sur l'Isère, de 1 à 8 mg/l sur l'Arly.

La retenue d'Aigueblanche sur l'Isère moyenne est un des rares aménagements à faire l'objet d'un suivi biologique (IBGN) et piscicole, initié dès 1993. La forte et ancienne anthropisation du milieu (endiguement et enfoncement du lit, hydrologie influencée, rejets polluants...) rend les interprétations très délicates. Cependant, les évolutions des paramètres biologiques semblent plus particulièrement corrélés à l'hydrologie : en période de faible hydraulicité sans crue et sans chasse, les populations d'invertébrés et de truites sont plus développées qu'en période d'hydrologie forte et instable. Crues et chasses provoquent la dérive des organismes aquatiques. Chez la truite, ce sont les adultes qui semblent le moins bien résister à ces épisodes (comme sur les sites d'Adour – Garonne) alors qu'ils sont le plus à même de résister aux fortes vitesses. La population, bien équilibrée en période calme, se déstructure après les épisodes de crues/chasses. Comme les périodes de hautes eaux et de crues sont l'occasion de réaliser des chasses, les deux causes d'impact sont difficiles à dissocier.

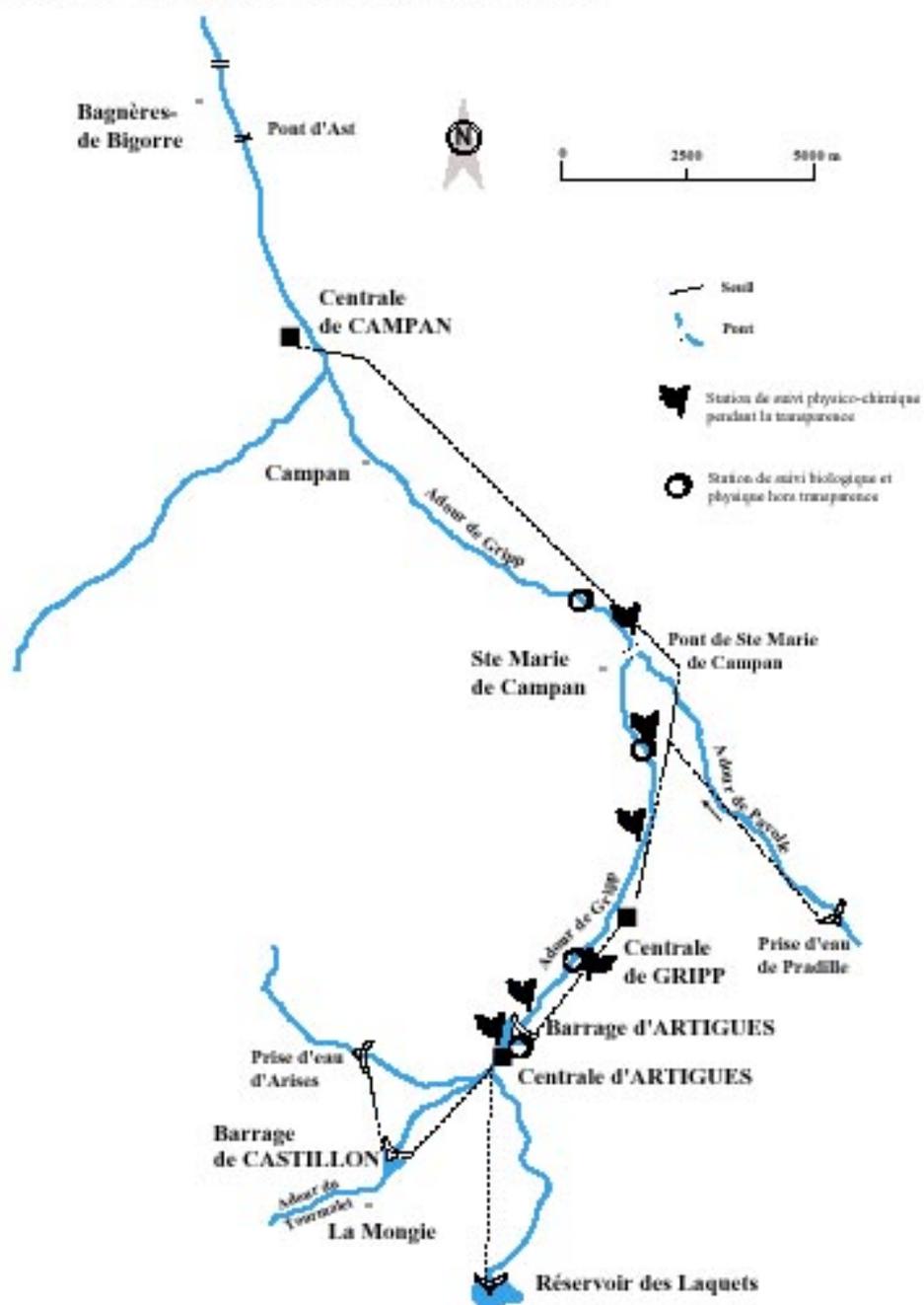
Le retour d'expérience sur les retenues alpines a permis d'ajuster les opérations de chasse afin de réduire les impacts biologiques :

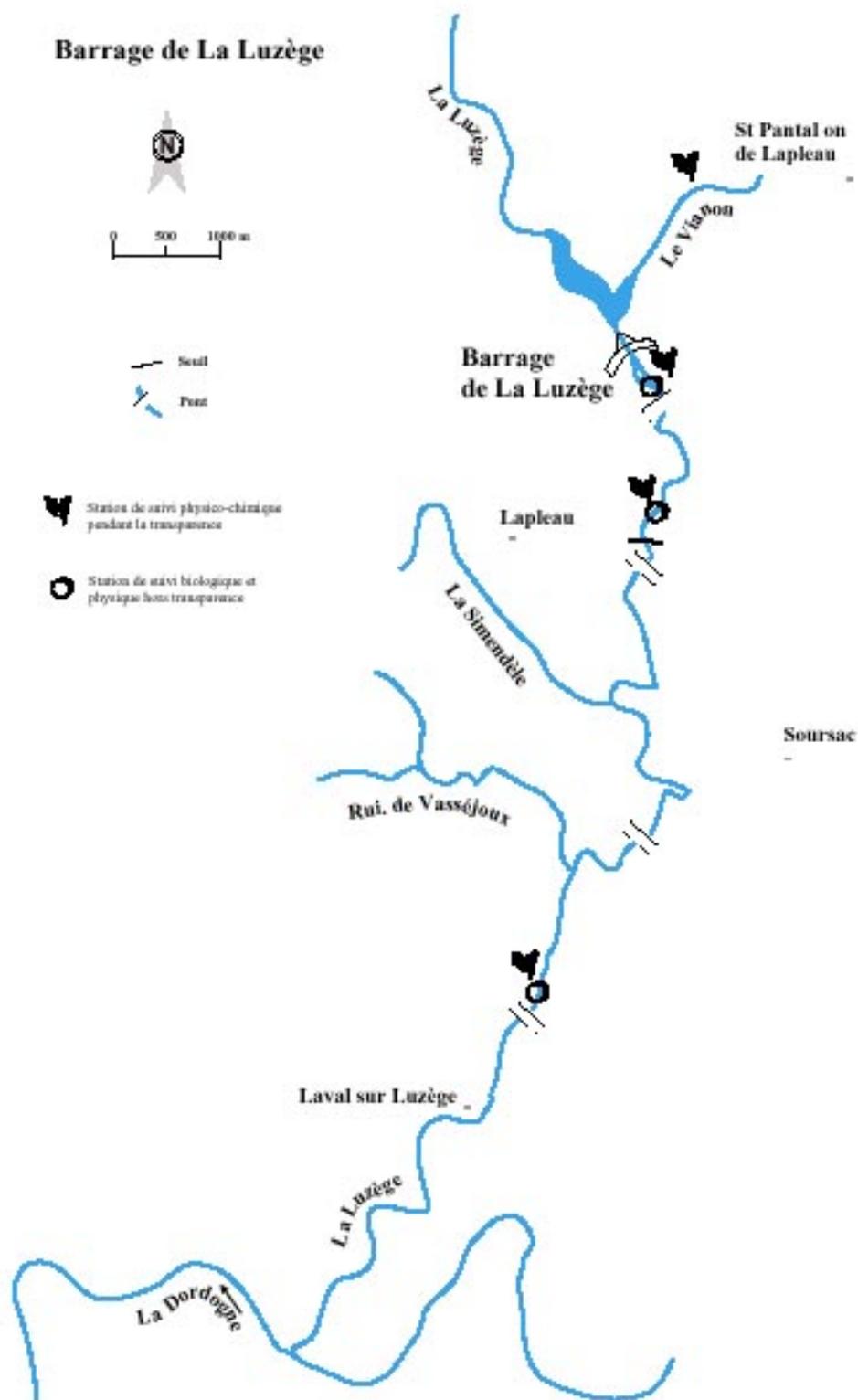
- les gradients hydrauliques de montée des débits qui provoquent l'entraînement des organismes ont été corrigés afin qu'ils tendent vers des valeurs plus « naturelles », au moins en début de chasse,
- les gradients de fin de chasse qui contribuent à figer le lit du cours d'eau en arrêtant brutalement le transport solide par retour au débit réservé ont été adoucis,

- les crues de fusion nivale sont préférées car, même si la pointe est moins forte, le volume d'eau en jeu est plus important, les gradients hydrauliques sont moins marqués, la qualité des sédiments semble meilleure et les refuges connexes au cours d'eau pour la faune sont plus nombreux à cette époque de l'année.

En conclusion, de nombreuses retenues alpines font l'objet d'une gestion de leurs sédiments par des opérations qui s'apparentent aux transparences mais dont les modalités, en particulier en ce qui concerne les paramètres de surveillance, sont adaptées au contexte local très particulier d'important transport solide naturel et de moindre enjeux biologique.

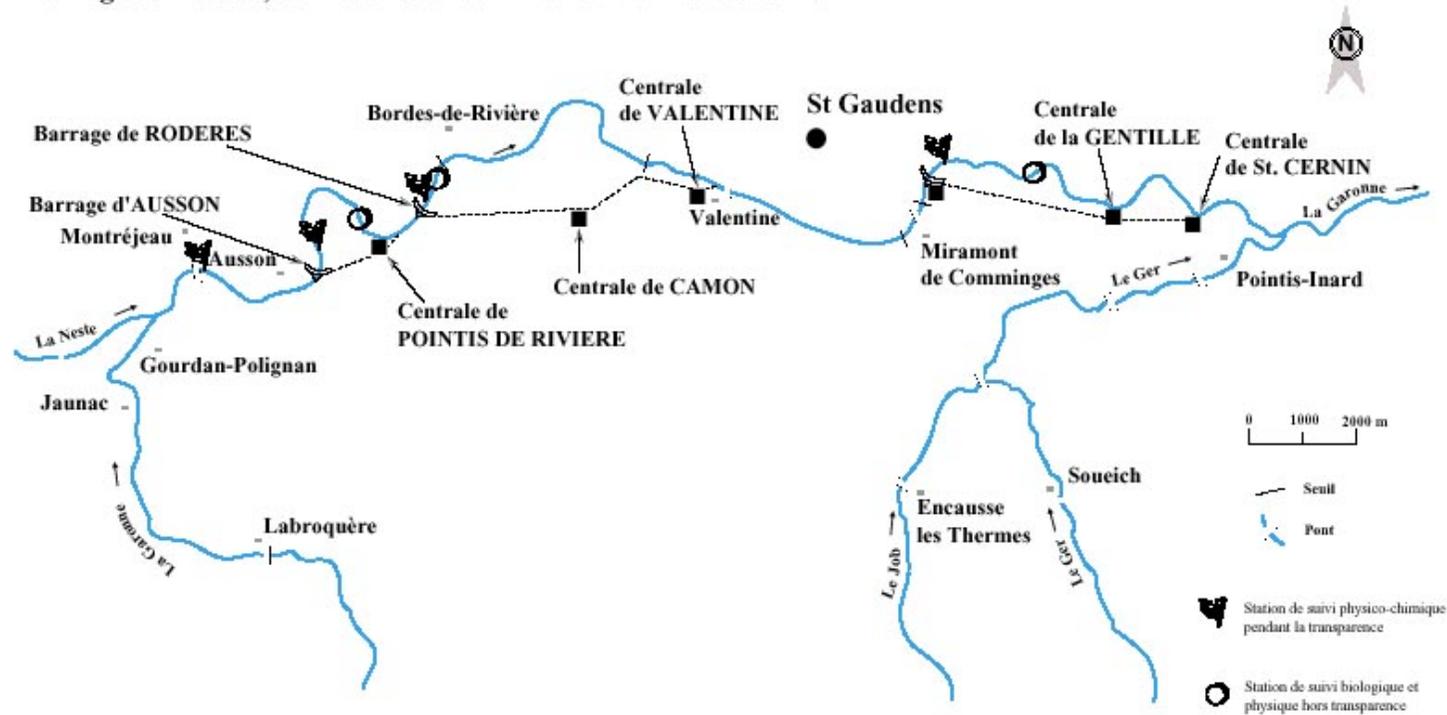
### Barrages de Castillon et d'Artigues sur l'Adour

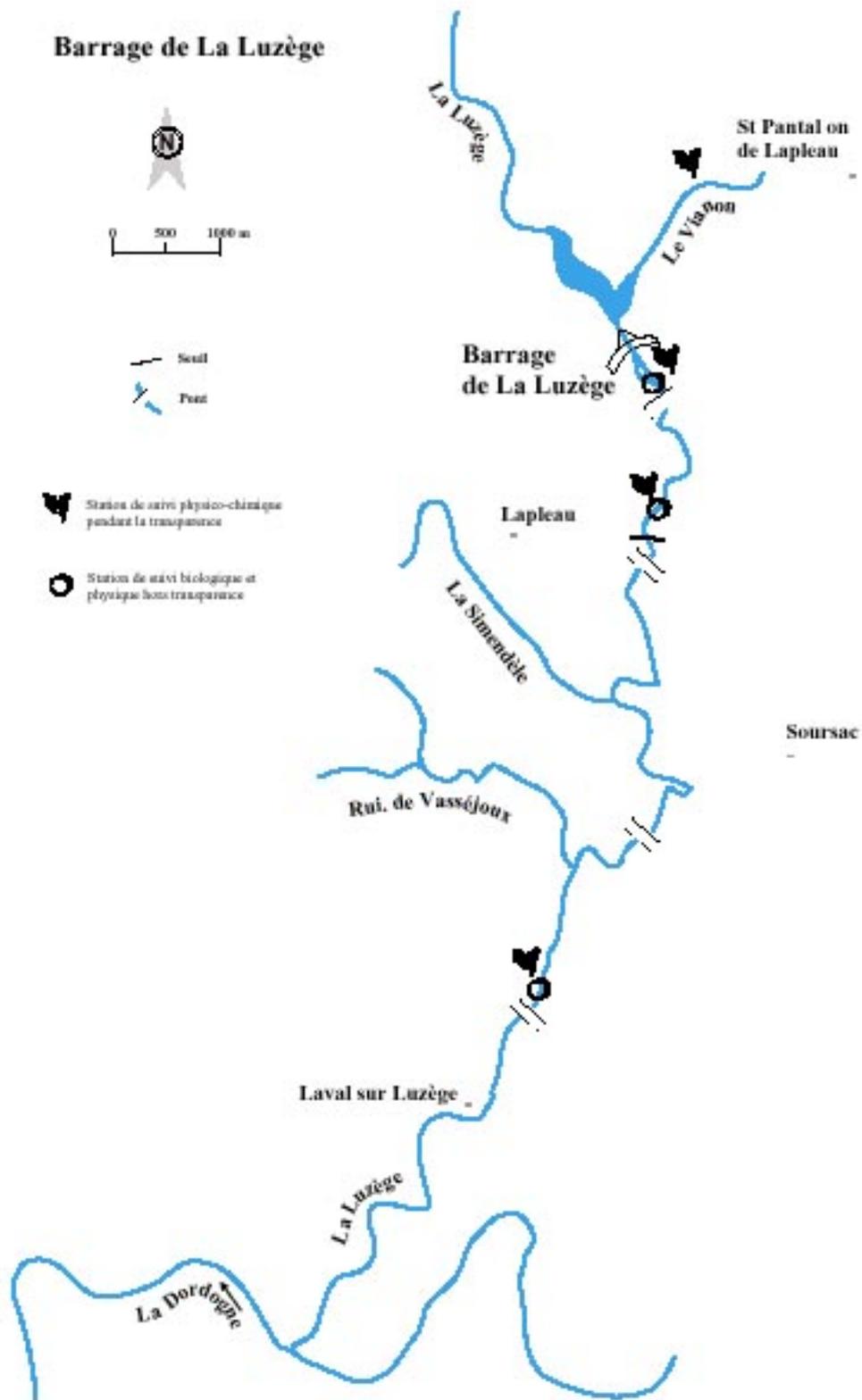


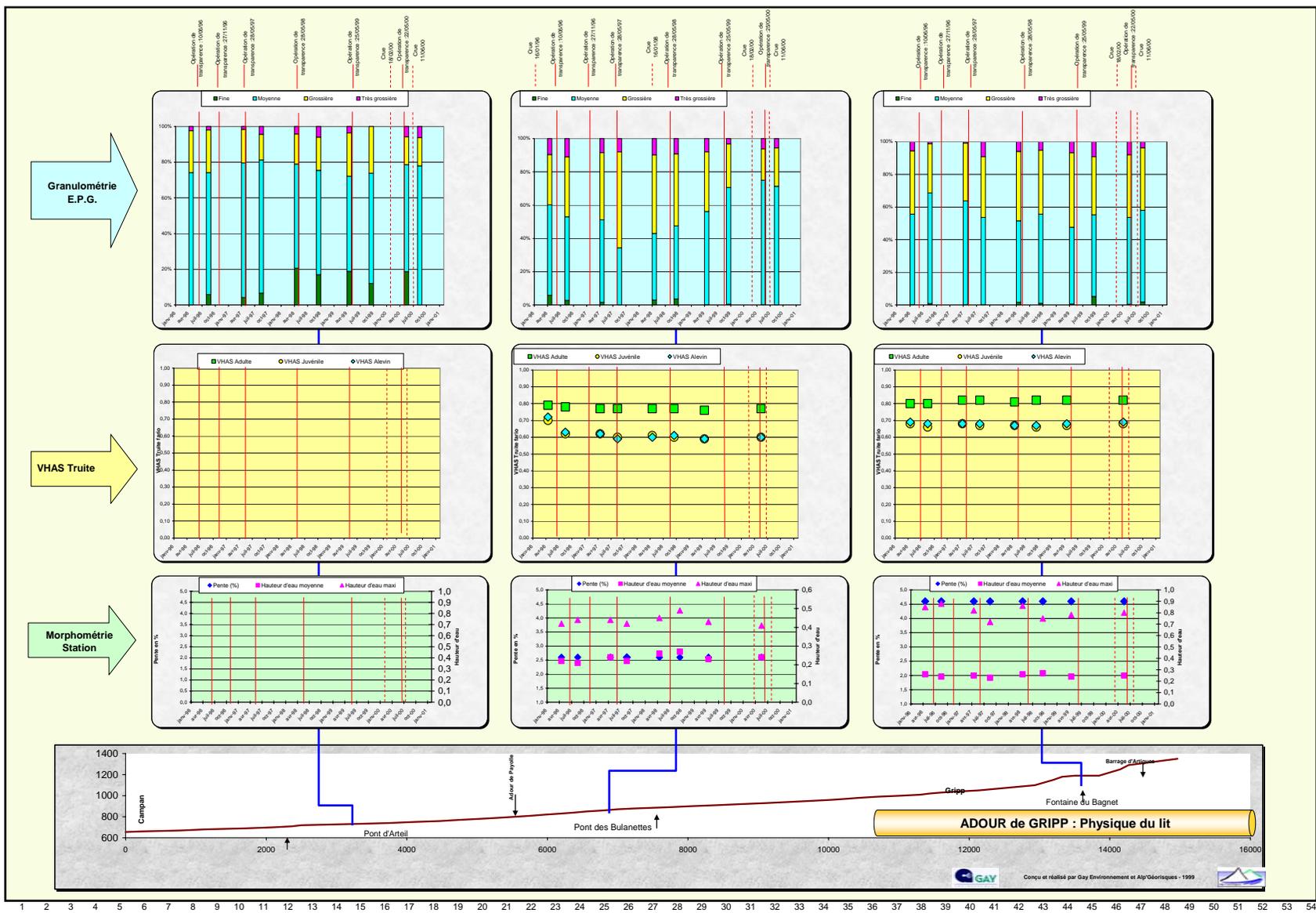


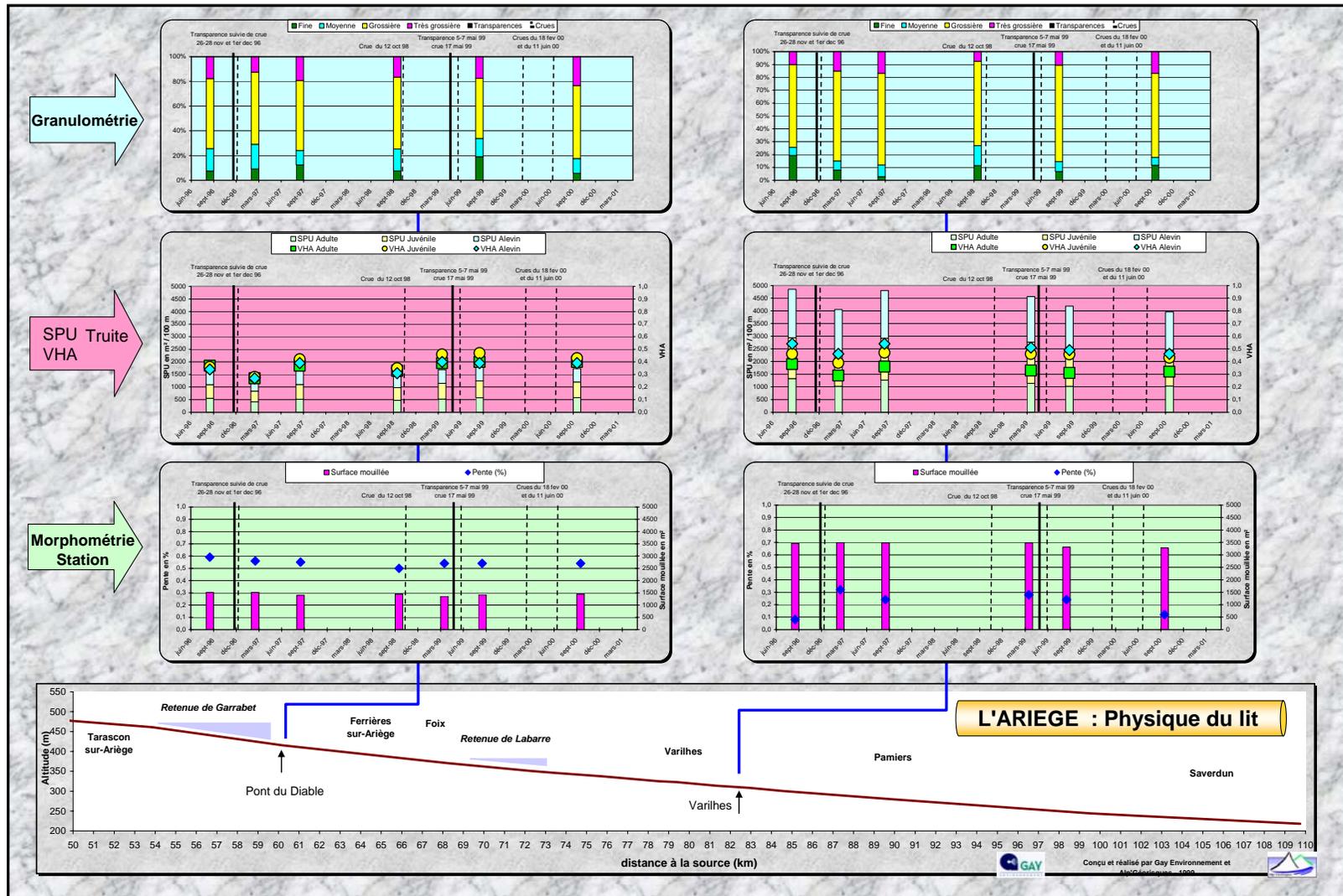


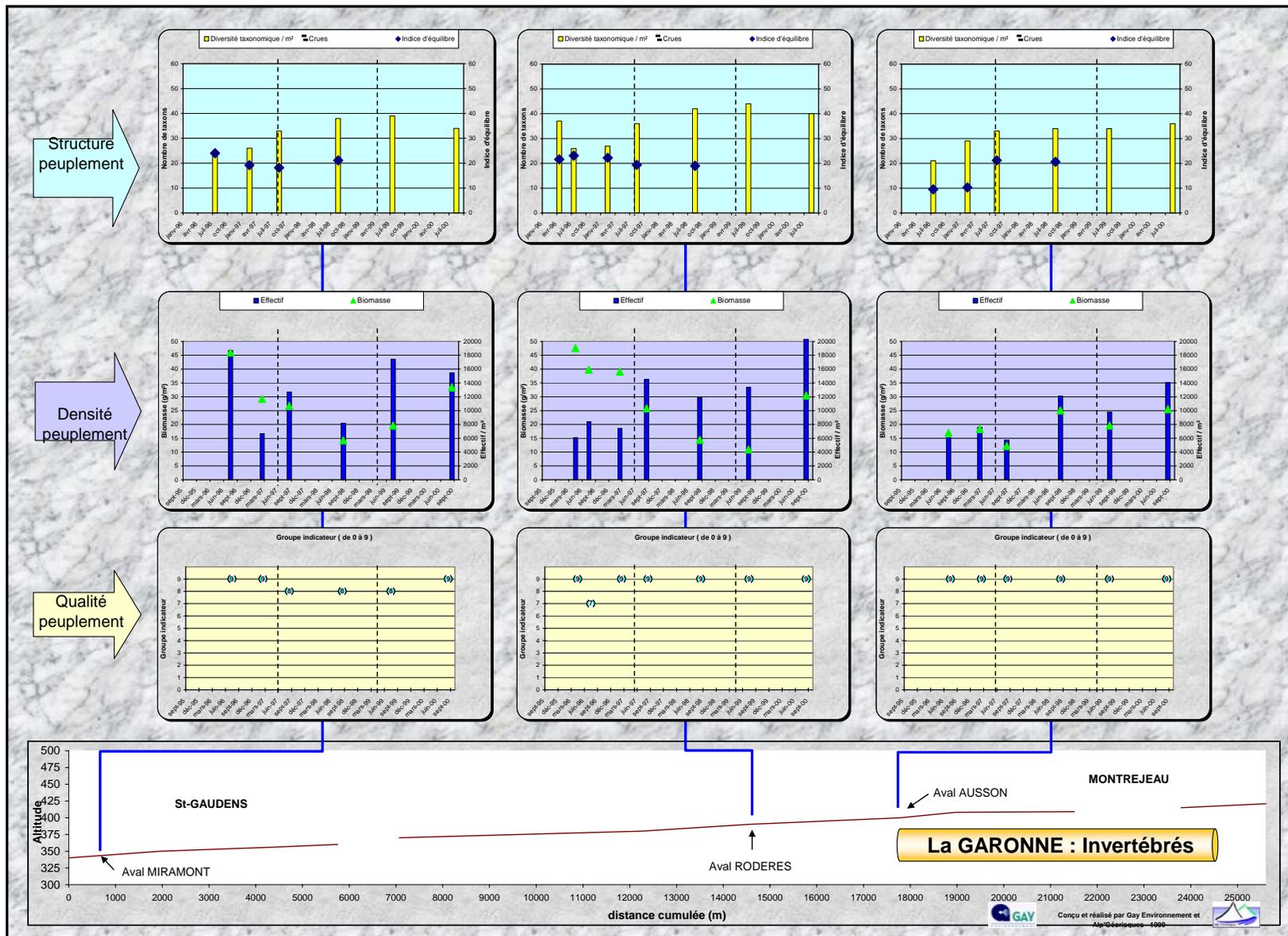
### Barrages d'Ausson, de Rodères et de Miramont sur la Garonne

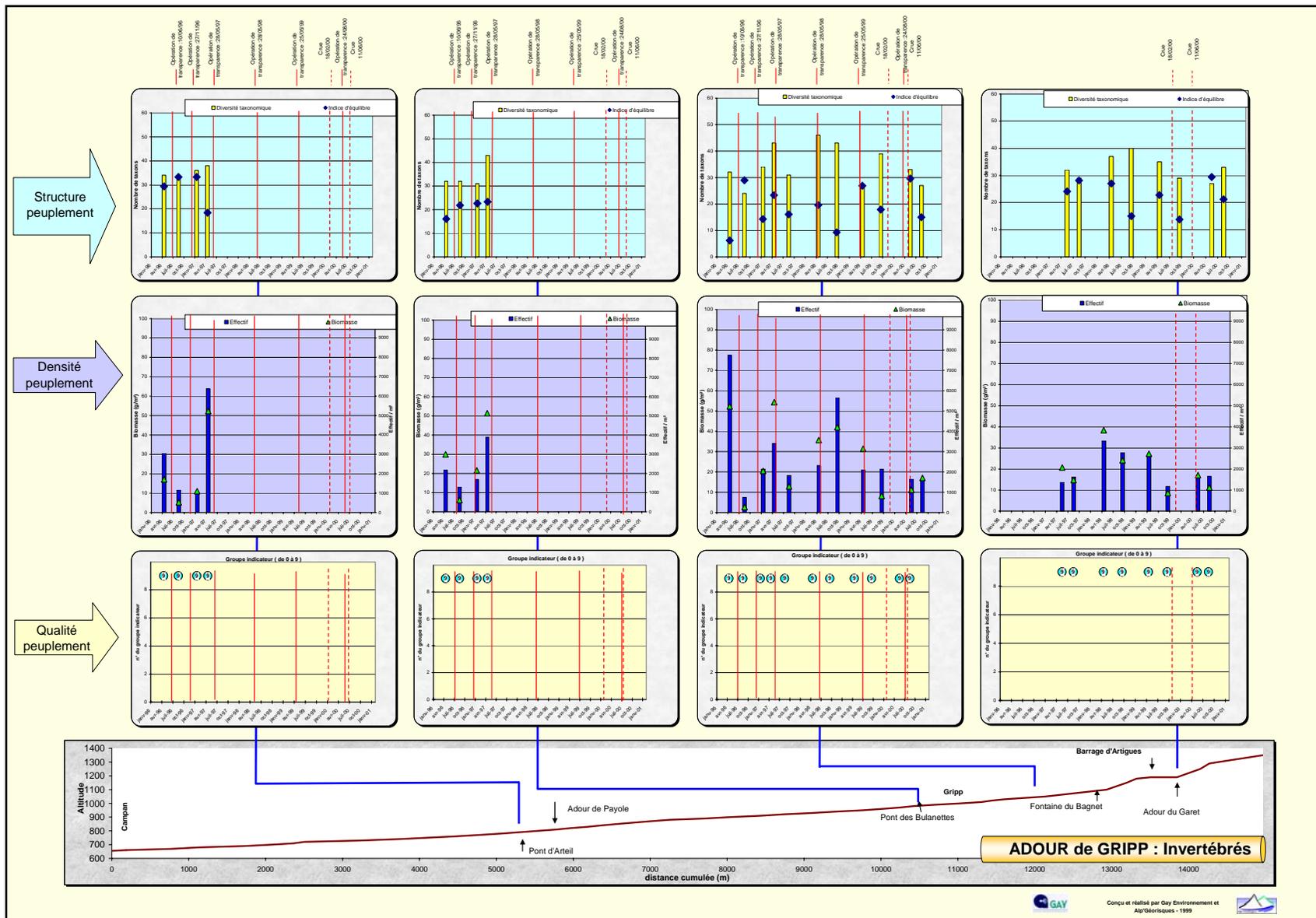






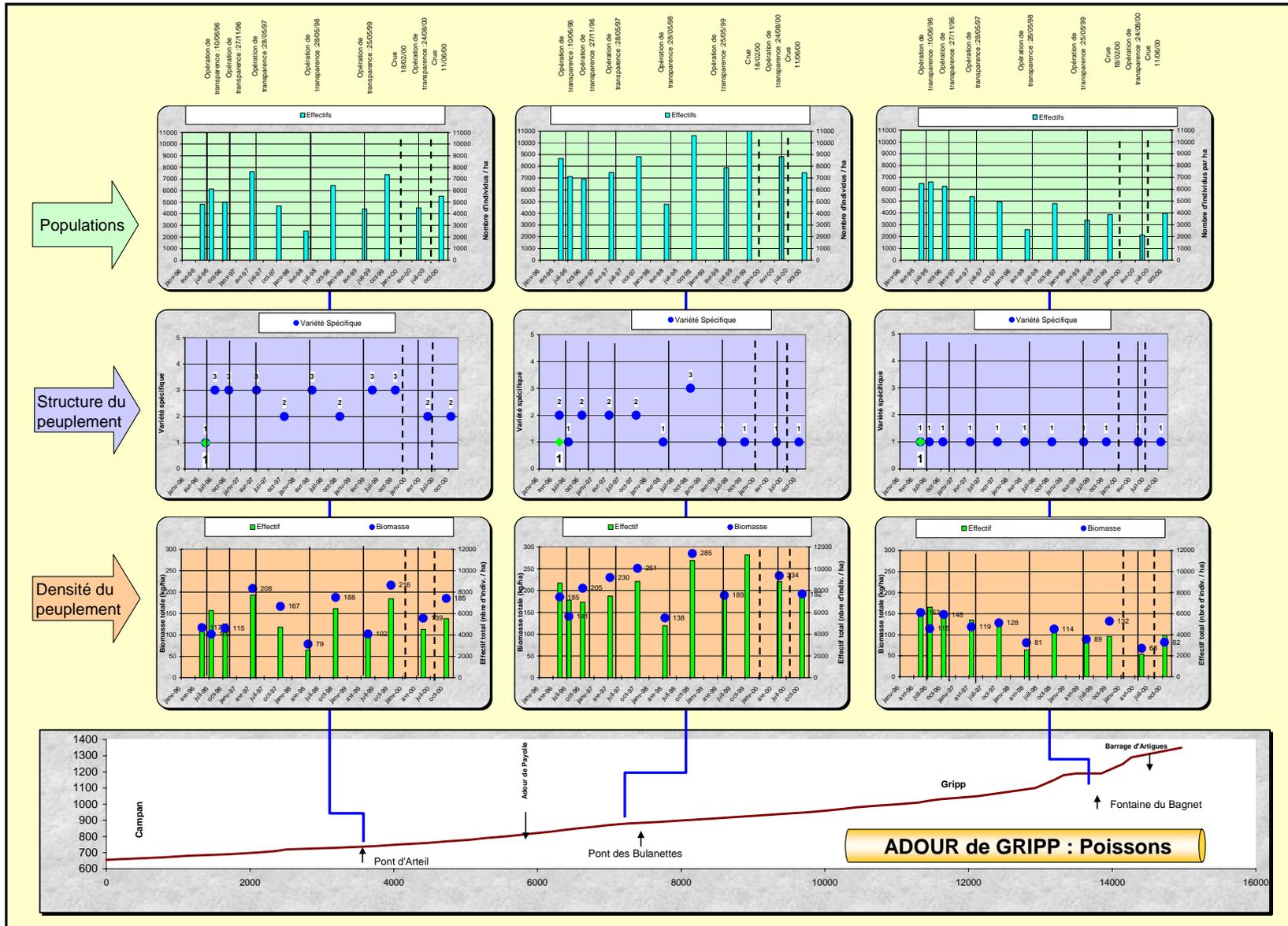


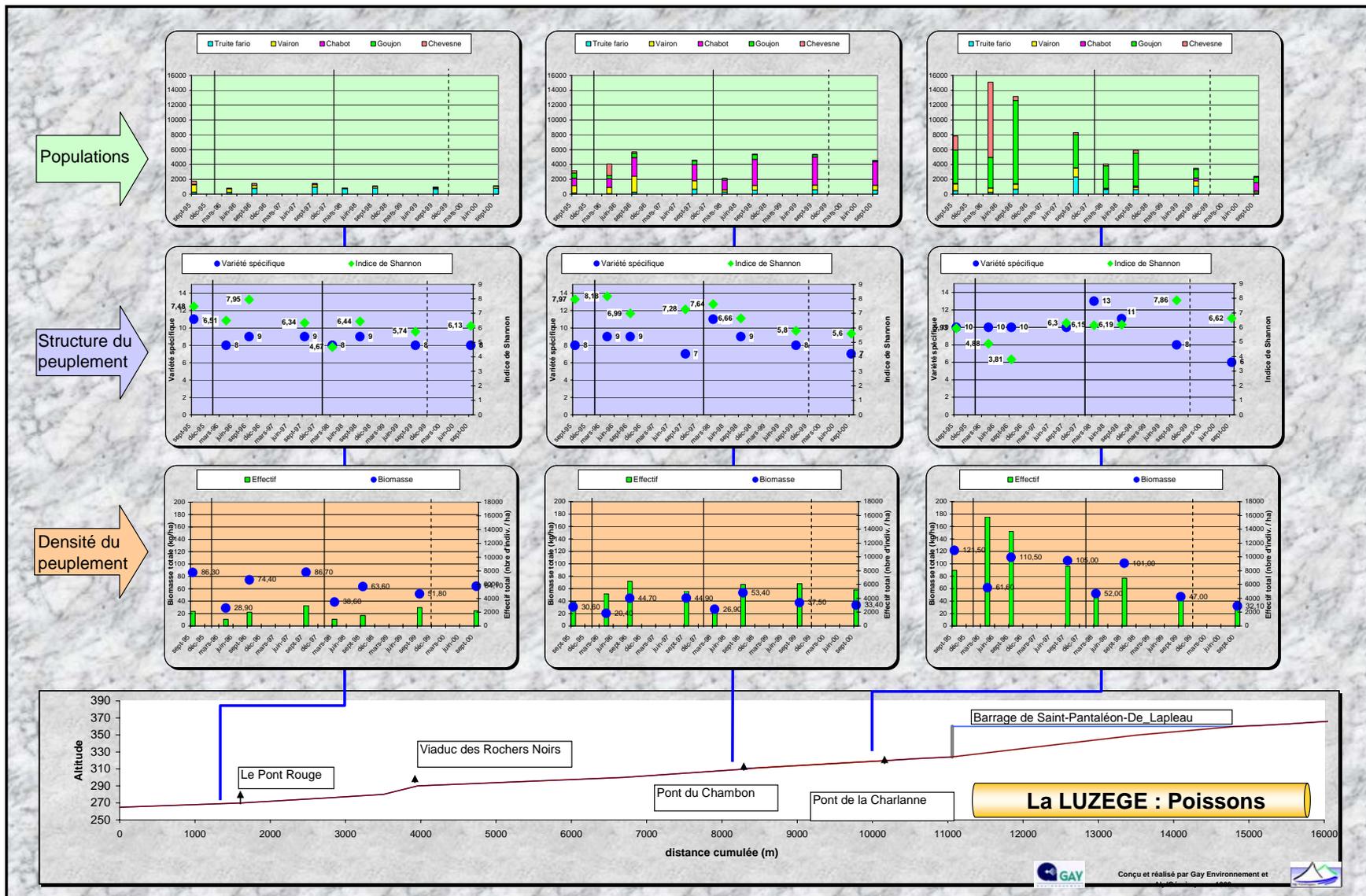


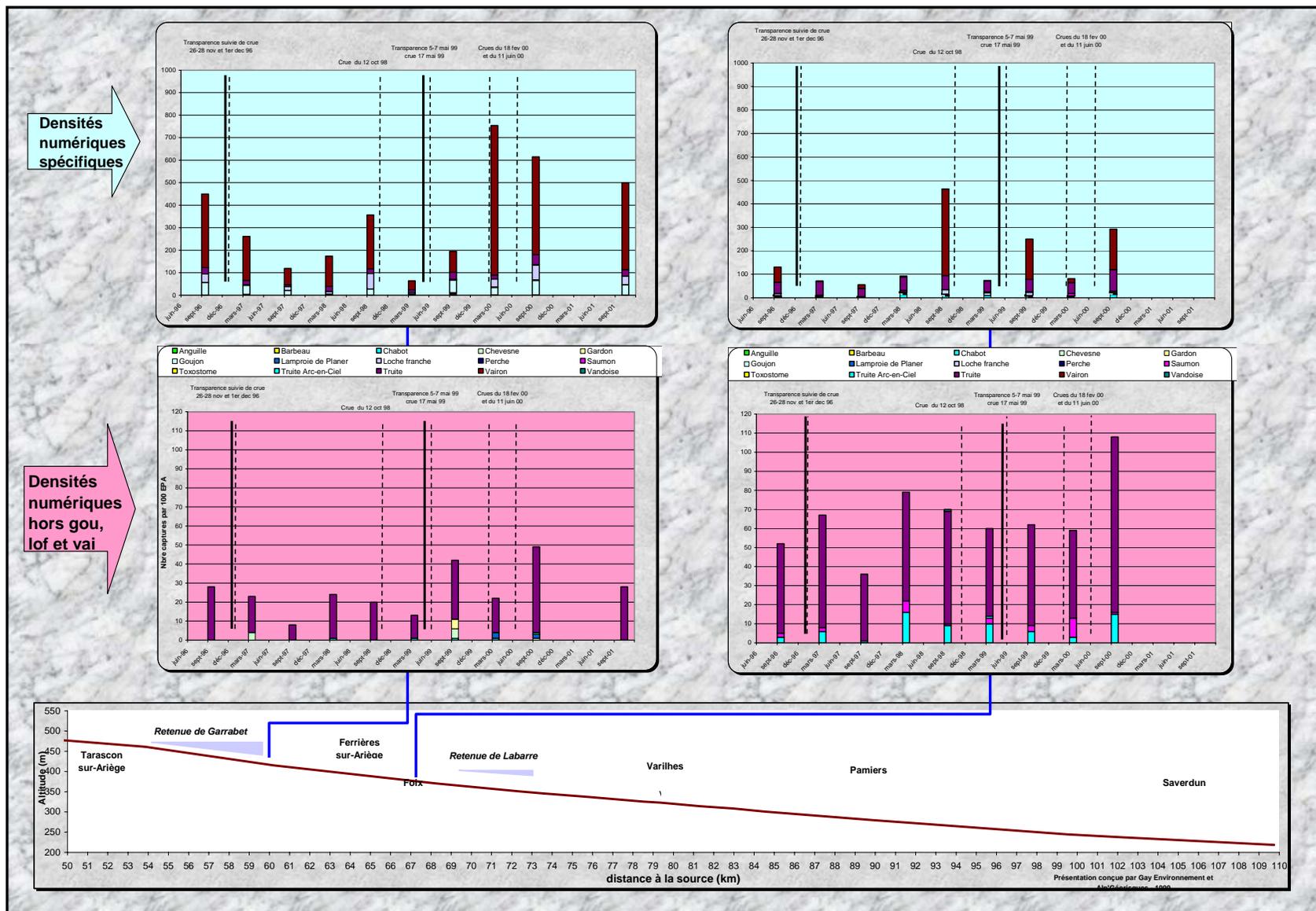


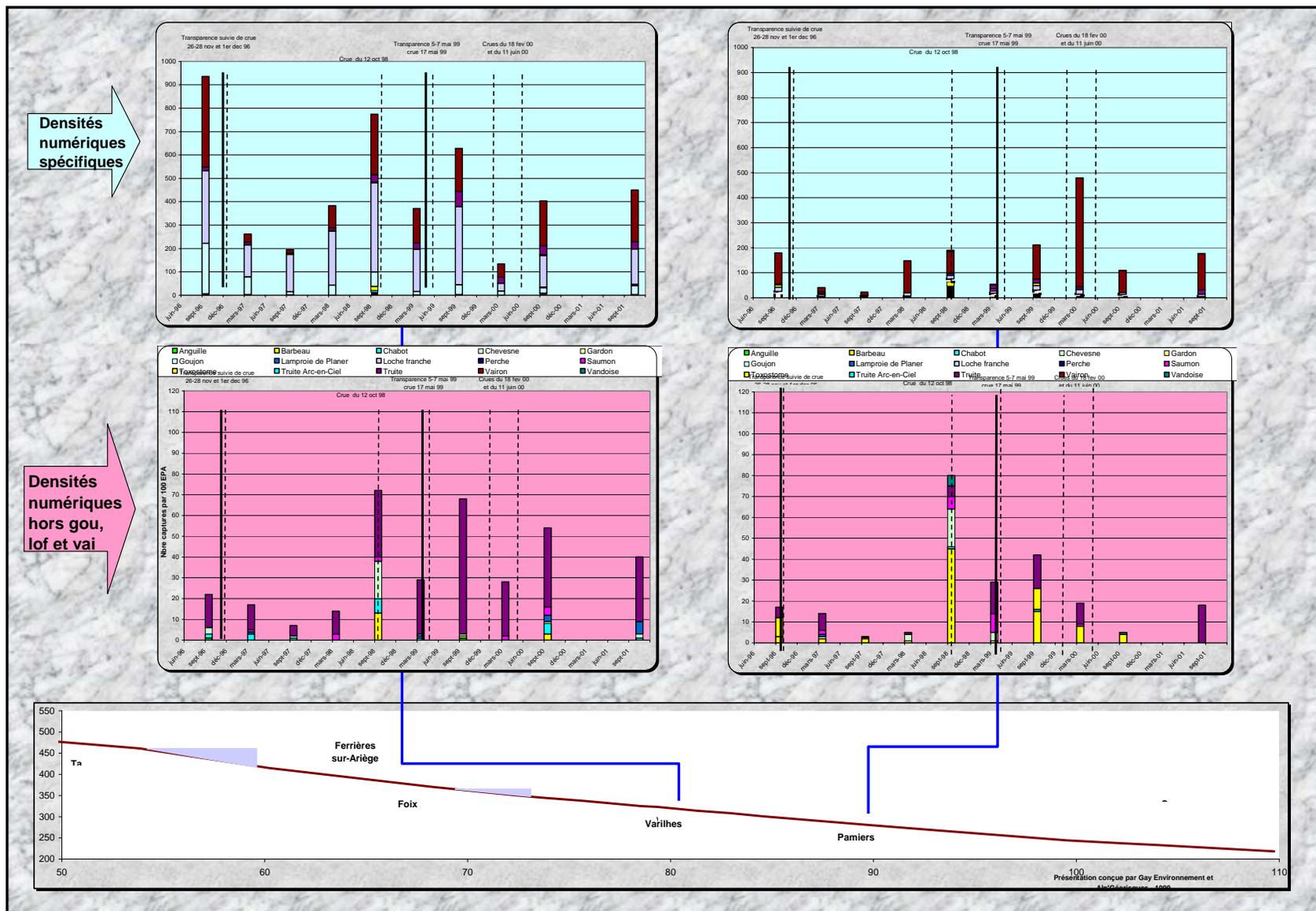












**INVENTAIRES PISCOLES SUR L'ARIEGE**

(aval de Tarascon, niveau de Foix et aval de Varilhes)

RESULTATS OBTENUS AVEC LE PROTOCOLE E.C.D.

Exprimés en nombre d'individus capturés sur une surface théorique de 10 ares

	Sep/98	Mars/99	Août/99	Mars/00	Août/00	Août/01
<b>TARASCON</b>						
Chabot	23		3	14	31	13
Goujon	97		14	46	16	58
Lamproie planer					13	3
Loche franche	190	1	18	3	8	39
Saumon	3					
Truite arc-en-ciel				5		
Truite	455	46	185	354	285	320
Vairon	381	47	5	265	90	60
<b>FOIX</b>	<b>Sep/98</b>		<b>Sep/99</b>		<b>Sep/00</b>	<b>Oct/01</b>
Chabot	11		4		1	2
Gardon						3
Goujon	63		31		94	345
Lamproie planer	55		2		1	280
Loche franche	95		25		74	85
Saumon	16		4			
Truite	121		80		149	116
Vairon	451		190		654	1025
<b>VARILHES</b>	<b>Sep/98</b>		<b>Août/99</b>		<b>Oct/00</b>	<b>Oct/01</b>
Anguille	3		1			
Barbeau	49		1			7
Chabot	38		8		1	
Chevesne	142		4		1	15
Gardon					6	
Goujon	268		53		148	145
Lamproie planer	3		1		17	50
Loche franche	1083		525		394	343
Perche					3	
Saumon	3				2	
Truite	71		76		125	109
Vairon	360		251		1172	1525