

Impacts des barrages sur les milieux physiques et biologiques

Pierre Balland

L'installation d'ouvrages faisant obstacle au libre écoulement de l'eau des fleuves et des rivières influence directement les variables déterminantes du style fluvial originel défini par :

- le régime hydrologique du milieu impacté, créé et entretenu par les précipitations,
- le fonctionnement géomorphodynamique de ce milieu, qui résulte de l'interaction entre des flux, liquides et solides, et une géométrie en long et en travers de l'écoulement.

Le régime thermique et ses fluctuations saisonnières, qui présente une très grande importance pour les différentes composantes de l'édifice biologique, est lui aussi fortement modifié par l'ouvrage, dans sa partie amont, où l'eau est stockée, comme dans le cours aval du milieu sur lequel il se trouve.

Le régime hydrologique est caractérisé par 3 grandeurs :

- la permanence,
- la saisonnalité, périodes de hautes et basses eaux,
- les écarts absolus, étiages sévères et crues d'occurrence rare.

Leur interaction détermine entièrement ce régime, de sorte que dans notre pays aux faciès climatiques très diversifiés, on en distingue – distinguait – un ensemble également très varié, depuis le régime dit « glaciaire » des parties de haute

altitude des écoulements, jusqu'au régime semi-aride voire aride de certains écoulements méditerranéens, assez proches dans leur fonctionnement des oueds d'Afrique du Nord.

Si bien entendu de fortes altérations d'origine naturelle marquent la vie de ces différents régimes – étiages et crues plus ou moins sévères et durables – la capacité de régulation naturelle de ces milieux est telle toutefois que bien vite, le retour à un état d'équilibre moyen est observé, les biocénoses s'étant de longue date adaptées à ce type de fonctionnement et ayant développé face à lui des réflexes naturels de survie.

Bien plus, ces écarts – et notamment ceux provoqués par les crues – apparaissent indispensables à l'entretien d'une dynamique fluviale active vis-à-vis notamment de la charge solide et de son évolution – on parle pour caractériser ces épisodes de **crues morphogènes** – ce qui permet de dire que, à l'inverse de ce qu'il en est chez l'homme, **les écarts de régime sont tout à fait importants et nécessaires** au fonctionnement physique et biologique de nos fleuves et rivières.

Un aménagement installé en travers du lit d'un cours d'eau a un effet immédiat de **désaisonnalisation** du régime hydrologique originel : les hautes eaux sont « lissées » jusqu'au remplissage, grâce à la capacité d'emmagasinement offerte par l'ouvrage¹. À l'inverse, les basses eaux peuvent être « soutenues » par des déstockages volontaires ou des prescriptions réglementaires spécifiques.

1. Appréciable fonction sociale de protection des biens et des personnes contre les crues.

Les contacts

Ministère de l'Écologie et du Développement durable,
Inspection générale de l'Environnement,
20, avenue de Ségur,
75302 Paris 07 SP

S'y ajoute parfois, notamment dans le cas de l'usage hydroélectrique, un effet complémentaire de **chaotisme** du régime infra-journalier lié au mode de fonctionnement de l'aménagement en éclusées, imposé par la demande d'eau.

Le **transit sédimentaire**, qu'il concerne la charge grossière en saltation ou les limons en suspension, est fortement perturbé par cette modification du régime hydrologique, et physiquement entravé en outre par l'existence même de l'ouvrage.

Du fait de l'accumulation de matériau à son amont, des opérations d'évacuation périodique – **les chasses** – deviennent nécessaires. Elles peuvent être aussi réglementairement imposées pour des motifs liés à la sécurité publique.

Il s'agit en tout état de cause d'épisodes potentiellement traumatisants pour le milieu si ces opérations sont conduites sans précaution. Beaucoup se souviennent du drame écologique que fut, en 1978², la vidange suivie de la chasse des sédiments du barrage de Génissiat, sur le Haut-Rhône, où des concentrations de MES supérieures à 100 g/l extrêmement riches en matière organique ont été observées, engendrant un dimanche matin une mortalité piscicole massive, les poissons morts dévalant par milliers sous les ponts de Lyon. De nombreux autres exemples de même type peuvent être puisés dans le passé.

Il est clair que ceci ne doit **jamais** se reproduire, ce qui suppose – impose – une gestion anticipée et un suivi en temps réel de ces épisodes.

Il est donc indispensable d'avoir à tout instant de l'ouvrage et de son environnement sous influence **une vision globale**, aux plans physique et écologique, de manière à fonder sur ce diagnostic d'état fonctionnel des mesures de gestion appropriées permettant la meilleure conciliation de l'ensemble des enjeux en cause.

Les différentes communications de la session ci-après résumées illustrent certaines de ces problématiques, soit en exposant une étude de cas, soit en s'efforçant de tirer un retour d'expérience lié à une série de situations qu'un même gestionnaire a eu à connaître. Il en ressort d'utiles enseignements quant à la modernisation de la gestion de ces ouvrages, permettant de consolider le concept de bon état – ou bon potentiel – écologique à mettre en pratique sur ces milieux, en application de la directive cadre sur l'eau.

Typologie des incidences

Ayant succinctement rappelé ci-dessus les variables de contrôle naturelles altérées par la présence d'un aménagement, il est utile d'évoquer, en vue de les détailler, les grandes familles d'incidences physiques et biologiques résultant de cette altération. Leur identification dicte et conditionne en effet la nature des interventions qu'il est possible d'envisager pour les réduire.

On distinguera donc très schématiquement :

– *la modification de la qualité de l'eau emmagasinée en amont de l'ouvrage*, comme conséquence de la substitution d'un milieu stagnant et profond au milieu courant d'origine ;

– *l'entrave du transit sédimentaire* du fait de la présence de l'ouvrage, quelles que soient la nature et la granulométrie du matériau solide impacté ;

– *l'obstacle mis à l'évolution naturelle des biocénoses*, et notamment des poissons – montaison, dévalaison – et la réduction de l'espace initial offert à elles ;

– *la réduction des débits sortants*, et leur possible « hâchage » parfois observé, susceptible de compromettre la « durabilité » de l'édifice biologique, poissons mais aussi ensemble des autres compartiments biologiques.

Fort heureusement, la maîtrise des flux liquides qu'autorise l'ouvrage peut jusqu'à une certaine limite dictée par le maintien de sa rentabilité économique, jouer en contrepoint de cet ensemble de conséquences néfastes au plan de l'environnement. C'est le scénario de **soutien d'étiage**, bien utile pour surmonter des épisodes de sécheresse prolongée au point de compromettre la vie aquatique³.

Objectifs globaux de la réduction d'incidence

Les mesures de minimisation – à défaut d'annihilation – d'incidence couvrent une gamme très variée de faisabilité technique et de réalisme économique : s'il est relativement facile de dépolluer un cours d'eau, il est techniquement beaucoup plus délicat d'en réactiver le transit sédimentaire, sans même parler du coût de l'opération de remobilisation.

2. C'était « la première fois » depuis la construction de l'ouvrage, au milieu de la décennie 1930-1940.

3. Même si, comme on l'a dit, la « force de vie » est telle que la recolonisation biologique se produira de toute façon.

C'est cet ensemble qu'il faut « peser », par site impacté, et c'est collectivement, dans le cadre de structures ad hoc telles que les commissions locales de l'eau (cas des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux) ou les comités de rivière (existence d'un contrat de rivière) qu'il doit être débattu et hiérarchisé.

Si le poids respectif des différents types d'incidence varie d'un site à l'autre – et doit intervenir dans la réflexion évoquée ci-dessus – une constante semble cependant ressortir de toute situation impactée que l'on peut illustrer par l'expression « **redonner plus de mouvement** » au milieu influencé. Sans imaginer retrouver l'utopie du style fluvial originel, l'objectif de redynamisation a minima d'un milieu devenu trop « paresseux » sous-tend nombre de situations. On rappellera ici le slogan de retour à un « **Rhône vif et courant** » par lequel le comité de bassin Rhône-Méditerranée-Corse a souhaité résumer son intervention sur ce grand fleuve et qu'il a commencé à mettre en pratique sur un certain nombre de tronçons court-circuités de celui-ci. On ne peut être plus explicite.

Intervient alors dans le processus de choix **la variable « coût »**, à mettre en correspondance avec le « **gain d'aménité** », écologique ou d'usage, attendu d'un mode différencié de gestion de l'aménagement par rapport à celui qui prévaut. La directive cadre sur l'eau l'évoque en parlant d'interventions d'amélioration qui seraient « *exagérément coûteuses* ». Tout est donc affaire de pondération et de réalisme écologique et économique qu'il revient aux structures locales d'apprécier, dans un cadre réglementaire tracé par l'État qui est aussi, souvent, un « acteur local » important.

La gestion sédimentaire

Quelques études de cas

La remobilisation de la charge solide de tronçons de rivière influencés est l'un des problèmes les plus difficiles à régler techniquement. On observe en effet généralement l'installation rapide, dans ces tronçons, de deux processus antagonistes qui contrecarrent un fonctionnement physique équilibré. Ils sont :

– *le sevrage en charge solide grossière*, stoppée dans son transit alors qu'elle est essentielle au maintien de la dynamique fluviale ;

– à l'inverse, *l'engorgement par la charge solide en suspension* (les limons), qui posent d'énormes problèmes à tous les points de vue.

Pour autant que cela soit possible, les principes de gestion à adopter sont d'une part, la reconstitution d'une dynamique liquide permettant à la rivière de se recharger naturellement en charge solide grossière, « en mangeant ses berges » notamment, et d'autre part l'élimination des limons, soit en favorisant l'emportement vers l'aval, soit en les éliminant par extraction du lit. De nombreuses communications évoquent ce problème.

Jigorel *et al.* évoquent notamment le cas de **la Rance** dont l'estuaire, qui ne faisait qu'un avant son aménagement – l'usine marémotrice – et qui fonctionnait comme tous les estuaires naturels, c'est-à-dire avec va-et-vient du bouchon vaseux selon le rythme des marées, est maintenant scindé en deux tronçons morphologiquement distincts : un fluvial à l'amont, de grande extension, où se déposent en quantité des sédiments fins chargés de matière organique, et un maritime à l'aval, d'extension réduite et où dominent les « tangues », sables vaseux calcaires très fins d'origine marine remplis de frustules et spicules siliceuses⁴.

Le problème se pose dans la partie amont, où la vitesse d'envasement par des sédiments relativement pollués est très rapide. La gestion de ces apports a mis en œuvre une série d'actions reposant sur la connaissance fine, en quantités annuelles déposées et en qualité, de ces matériaux et par suite, sur une maîtrise à partir d'un piège à sédiments optimisé capable de « contenir » des volumes importants avant leur élimination par nettoyage et extraction. Au total, en douze ans, ces derniers ont été estimés à près de 160 000 m³, retenus puis « évacués » au rythme annuel d'environ 25 000 m³, sur une surface relativement réduite, 3 ha environ.

Un intérêt additionnel de la manipulation de maîtrise est d'avoir permis une certaine recolonisation par des biocénoses autochtones à base de Polychètes, Mollusques et Crustacés qui ont repris leur place légitime en se substituant à l'édifice biologique moins « gratifiant » qui les avait chassés dès après l'aménagement. On observe même une recolonisation dont on ne peut préjuger de la « durabilité » par des mollusques économiquement recherchés tels que les coques.

4. Pour les ignares, les frustules c'est pour les Diatomées, et les spicules, c'est pour les Éponges.

5. Ce n'est pas le cas des tronçons court-circuités, ainsi qu'on l'a dit, qui offrent des potentialités remarquables mises en valeur sur un certain nombre d'entre eux par la communauté des acteurs de l'eau, sous l'égide du plan Rhône de l'État et du comité de bassin. La CNR participe bien évidemment à l'ensemble des opérations arrêtées de réhabilitation écologique, incluant la manipulation des matériaux solides lorsque nécessaire.

La communication est donc d'un grand intérêt, et se révèle d'une grande portée pratique, pour la maîtrise des flux sédimentaires reposant sur la technique des **pièges à sédiments**.

Doutriaux *et al.* inscrivent cette problématique dans un cadre et un contexte différents, celui de **l'entretien de la voie navigable** à partir de l'exemple du Rhône. Certes, en un tel cas, la finalité est plus l'entretien d'un usage – la navigation marchande – que celui du milieu proprement dit, bien « paupérisé » au demeurant dans sa partie aménagée et en fin de compte assez peu hospitalier pour la pratique d'autres usages⁵. S'ajoute aussi à cet objectif celui du libre écoulement de l'eau dans le chenal, qui ne doit pas être entravé par des dépôts trop importants.

Pour autant, l'opération de gestion sédimentaire doit d'une part se conformer à une réglementation dont la cohérence n'est pas toujours lumineuse et d'autre part, préserver ce qui reste du transport solide rhodanien qui, même fortement réduit, est utile à la permanence du style fluvial résiduel du Rhône lui-même et exerce encore une fonction essentielle vis-à-vis de la dynamique solide littorale (engraissement des plages notamment).

Sur le 1^{er} point, celui du contexte réglementaire, le cahier des charges des différents aménagements a spécifié en son temps les prescriptions à respecter par le pétitionnaire CNR (Compagnie nationale du Rhône). Cependant, la réglementation a évolué depuis, de sorte qu'à l'heure actuelle, les législations respectives de l'eau, de la pêche et des installations classées – certes toutes réunies dans un même code, celui de l'environnement – s'appliquent conjointement. Il s'y ajoute les prescriptions du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) et de sa déclinaison rhodanienne, le plan Rhône.

Par ailleurs, on peut aussi s'étonner de la lourdeur de la procédure imposée au pétitionnaire, contraint de demander l'autorisation de ce que par ailleurs son cahier des charges l'oblige de faire. Même si on est un peu hors sujet, on pourrait quand même imaginer se contenter d'imposer au pétitionnaire « l'obligation de demander l'autorisation » de son intervention, ce qui irait dans le sens voulu par tous de la simplification administrative.

Aussi, l'un des intérêts de la présentation sera-t-il de s'informer de la façon avec laquelle la CNR évolue dans ce maquis.

En termes d'objectifs, la compagnie s'efforce d'agir dans le meilleur esprit de conciliation de son obligation d'entretien, de préservation de la dynamique solide résiduelle et aussi, ne soyons pas trop angélique, de valorisation économique des produits extraits, lorsqu'ils le justifient.

Elle met en œuvre pour cela une stratégie de connaissance préalable des dépôts et de préservation de la qualité de l'eau à l'aval des dragages qui en minimise l'incidence sur le milieu.

Par ailleurs, elle s'inscrit dans une démarche de recherche engagée à l'occasion de l'étude dite globale du Rhône, pour la modernisation de ses pratiques d'entretien. Notamment une perspective intéressante semble se dessiner de **déplacement** dans le lit, plutôt que **d'extraction** du lit, dès lors que des impératifs liés au maintien de la dynamique solide en auront démontré la nécessité. La constitution d'un observatoire de la gestion sédimentaire du Rhône est par ailleurs une autre perspective intéressante, qui permettra l'entretien – sans jeu de mot – du nécessaire retour d'expérience lié à cette opération.

L'extension de la vision

Confrontée au problème du transport solide et de ses conséquences sur l'envasement des ouvrages sur la quasi-totalité de ses sites de production, EDF a développé une approche globale du problème « **par vallée** » qui semble nouvelle et intéressante, notamment en termes de vertu de transposition (*cf.* communication de Barbiero *et al.*).

Sur la base d'une étude historique – toujours indispensable quel que soit le site – du transport solide, un concept nouveau est développé qui consiste à raisonner en considérant conjointement le triplet « **sûreté-économie-environnement** » et à tenter de fixer des règles de gestion du transport solide qui en optimise chacun des termes. L'obligation que l'on s'impose de raisonner sur le long terme – et qui s'inscrit complètement dans le concept moderne du développement durable – amène à prendre en compte le problème dès sa genèse, c'est-à-dire au niveau du bassin versant, d'où provient la charge solide transitant dans les cours d'eau et dont la gestion est aussi, en soi, un élément de la stratégie d'intervention.

Il s'agit donc de développer des outils très fins de simulation de l'évolution des matériaux solides depuis leur lieu d'émission dans le bassin jusqu'au talweg, en considérant de manière anti-

cipée différents scénarios de débits susceptibles d'agir sur cette dynamique.

On se met ainsi en position d'apprécier par anticipation **où** et **quand**, selon l'hydrologie, des problèmes d'accumulation risquent de se poser, accroissant le risque d'altération d'un quelconque – ou de plusieurs – volets du triplet ci-dessus.

De la sorte, l'intervention peut à la fois être anticipée et optimisée, en termes techniques et économiques.

L'étude de cas de la Durance, présentée dans la communication, est symptomatique de la difficulté rencontrée à optimiser la gestion du transit sédimentaire. On est en effet typiquement dans la situation décrite en début de paragraphe de fort déficit de la charge solide grossière et d'extrême importance de la charge en limons.

Il s'agit donc, d'une part, d'intervenir sur la dynamique fluviale par une gestion différenciée des crues – ou des décharges d'eau provoquées – pour contraindre la rivière à « manger » ses berges, et d'autre part, à jouer sur cette même variable hydraulique pour favoriser le transit maximal des limons jusqu'à la confluence. Cette stratégie, en cours d'optimisation, est un élément déterminant de la réussite du plan Durance, voulu par l'État et l'ensemble des acteurs locaux dans le cadre du contrat de rivière approuvé.

Les chasses – La qualité de l'eau emmagasinée

On regroupe sous ce terme une opération qui, en principe, est constituée de deux phases chronologiques successives :

- la vidange partielle du plan d'eau,
- la chasse proprement dite, c'est-à-dire l'évacuation d'une partie des matériaux accumulés dans la retenue.

Jigorel *et al.* présentent le cas d'un barrage sur **le Blavet**, dans les Côtes d'Armor. La communication évoque également le problème, majeur dans ce contexte breton, **de la dégradation de la qualité de l'eau dans la retenue**, d'autant plus dommageable que l'usage principal à la base de la décision de l'aménagement est l'eau potable.

Sans doute, la technologie permet-elle de restituer à l'eau avant distribution une qualité compatible avec les requis de qualité d'un usage particulièrement exigeant. **La réaération artificielle** de

l'eau en relève, fondée dans sa mise en œuvre pratique sur une stratégie de suivi de la qualité et d'anticipation de l'apparition des Cyanobactéries notamment, particulièrement néfastes au plan de la dégradation qualitative. Cela permettra aux plus anciens de se remémorer avec émotion les essais concluants, interrompus non par défaut d'efficacité mais par déficit de moyens financiers, effectués à l'initiative de Jacques Garancher sur le lac de Nantua au début des années 1970.

Cependant, ces interventions, coûteuses, ne sont qu'un pis-aller et ne s'inscrivent nullement dans une stratégie de développement durable.

Aussi, en retiendra-t-on que, dans le contexte breton en particulier⁶, la stratégie de « **la course à l'eau** » qui consiste à multiplier au prix fort les ouvrages de retenue est **une stratégie sans espoir** tant que la qualité de l'eau d'alimentation de ces ouvrages ne reviendra pas à un niveau évitant une dégradation trop rapide et importante de l'eau emmagasinée. La distribution aux populations d'une eau conforme en est rendue très complexe, coûteuse et aléatoire. Si la prévention par des actions de maîtrise des intrants à la source est un volet essentiel de cette stratégie, le substitut à envisager avant qu'elle produise ses effets peut se résumer par le slogan « **Mieux gérer avant d'investir** ». Il consiste à concentrer l'effort de mise aux normes sur des ouvrages existants offrant une certaine capacité à répondre, en volume, à la demande, plutôt que de les abandonner et de s'engager dans la course sans espoir ci-dessus évoquée.

Revenant à l'opération **de chasse** conduite sur le barrage de Kerne Uhel sur le Blavet, on en retient que la stratégie de mise en œuvre repose sur deux termes complémentaires :

- *la connaissance initiale, fine et détaillée, des matériaux accumulés* sur lesquels l'opération va porter,
- *un suivi de celle-ci en temps réel, avec possibilité de feed-back, c'est-à-dire d'intervention sur le cours de l'opération lorsque le suivi la prescrit.*

La connaissance préalable des volumes et sites de dépôts est bien sûr importante. Mais celle de la composition de ces dépôts, notamment dans leur partition respective en phases **détritique** et **biogène**, l'est tout autant. La première de ces phases, détritique et donc essentiellement minérale, limite ses effets au colmatage, alors que la seconde, à dominante organique, est un

6. On retrouve en effet la même configuration dans l'ensemble des départements bretons.

7. Appareil servant à déterminer les densités et masses volumiques des liquides et des solides.

véritable « aspirateur à oxygène dissous » et porte l'essentiel de la responsabilité des catastrophes écologiques vécues dans le passé.

Quant au suivi, l'important est la mesure instantanée et en continu des quantités de sédiments chassés de la retenue. On peut bien sûr, et la communication y fait référence, s'appuyer sur des matériels précis mais relativement sophistiqués donc fragiles. On peut aussi, ainsi que cela a été expérimenté sur le Haut-Rhône, faire appel à des méthodes et matériels rustiques permettant la mesure instantanée et sans risque des matières en suspension (MES) telles que la « crêpe » (filtres sur plaque chauffante) ou encore l'utilisation de pycnomètres⁷.

Doutriaux *et al.* font aussi une brève référence aux chasses triennales du Haut-Rhône, qui ont la particularité d'associer les Suisses et les Français dans la conduite de l'opération. À l'heure actuelle, et malgré l'importance des tonnages mis en jeu à chaque fois – de 1 à 2 millions de tonnes – celle-ci se passe dans des conditions de quasi complète sécurisation quant à leur incidence écologique, grâce notamment au retour d'expérience tiré du passé.

Barbiero *et al.*, déjà cités, évoquent aussi cette problématique dans le cas du bassin Adour-Garonne, dans lequel a été mise en place, en concertation avec l'ensemble des acteurs, une procédure analogue dans son esprit à celles évoquées ci-dessus et qui obéit au principe général de « **transparence** », terme choisi pour qualifier le fait que, lors des opérations de chasse, le barrage est effacé et la rivière reprend son cours naturel, ce qui n'est cependant pas possible en toutes situations.

Le soutien d'étiage

Cette problématique, essentielle dans certains contextes de déficit climatique estival prolongé, notamment dans le bassin Adour-Garonne, est exposée par Boubée *et al.* à partir du retour d'expérience de plusieurs réservoirs (une trentaine environ) du sud-ouest de la France auxquels cette finalité a été assignée.

Chaque phase respective de remplissage, d'étalement et de restitution fait l'objet d'un suivi régulier visant à en apprécier l'incidence sur la physico-chimie de l'eau et sur les biocénoses aquatiques.

8. Liaison à faire sur ce point avec le cas du barrage de Petit-Saut, en Guyane, évoqué par ailleurs.

Il apparaît en pratique que la phase de restitution est celle qui apporte la plus grande modification au fonctionnement naturel du cours d'eau, du fait d'un profil de débit modifié, décroissant de l'amont (pied de l'ouvrage) vers l'aval (point de consigne). Par ailleurs, l'impact sur la qualité de l'eau restituée est réel, même s'il s'atténue notablement au fur et à mesure que l'on s'éloigne du point de restitution. Ceci permet de distinguer des effets **locaux** – perceptibles sur quelques centaines de mètres à quelques km – et des effets **globaux**, considérés à l'échelle du cours d'eau réalimenté.

De son côté, la qualité de l'eau emmagasinée en amont de l'ouvrage est certes modifiée également, et à cet égard, des précautions sont prises au niveau de la conception pour éviter une implantation de ces ouvrages dans un « environnement » excessivement émetteur de contaminants chimiques quels qu'ils soient. En outre, la finalité même assignée à ces ouvrages amène à les implanter sur la partie sommitale des écoulements – en pratique au 1^{er} 1/10^e du linéaire total – soit une interception limitée à 5 % environ de la superficie totale du bassin versant.

Cette caractéristique est de nature à réduire significativement les risques d'évolution trop défavorable de la qualité de l'eau emmagasinée, qui fait néanmoins l'objet d'un suivi très approfondi. Au total, quoique notable, l'évolution classiquement constatée à ce niveau vers un début d'eutrophisation (le phosphore se révélant facteur limitant de la production algale) reste dans des limites compatibles d'une part, avec une vie biologique de qualité dans la retenue, et d'autre part, avec l'ensemble des requis de qualité des différents usages aval desservis par le déstockage estival.

En termes de **retour d'expérience**, on en retient le soin mis au choix de l'implantation, avec le souci de limiter autant que faire se peut une évolution de la qualité par trop défavorable (*cf.* à titre de comparaison, le contexte breton évoqué plus haut). L'installation d'une ceinture végétale en bordure du plan d'eau est une disposition de précaution complémentaire intéressante, même si elle suppose un entretien régulier.

De même, si le besoin s'en fait sentir – à noter à cet égard l'importance des études prévisionnelles d'évolution qualitative – une limitation des risques par débroussaillage et évacuation de la végétation du substrat de la future retenue est à envisager, la contrainte « coût » décidant alors de la faisabilité de l'opération⁸.

Il n'est par contre pas cherché à empêcher un développement ultérieur de la végétation dans la bande marnante au contraire. On signale là les essais de revégétalisation des berges de sites à fort marnage – et fort désagrément touristique – tels que celui du barrage du Monteynard sur le Drac, conduits en leur temps par EDF et l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse dans le cadre d'un protocole de coopération conclu entre les deux organismes.

Enfin, un dispositif d'optimisation du niveau de prise de l'eau déstockée pourrait apparaître comme un moyen supplémentaire offert au gestionnaire en vue d'accroître la garantie de minimisation du risque, par choix en temps réel du niveau de prise le plus approprié.

Mais cette solution technique intellectuellement séduisante ne doit pas être prescrite sans discernement : outre la difficulté pour le gestionnaire d'assurer un niveau donné de qualité de l'eau desservie, l'absence d'évacuation préférentielle des eaux de fond peut se révéler limitante à court terme. Des voies d'amélioration concertées plus probantes semblent pouvoir résulter d'une adaptation progressive des modalités de gestion des débits sortants.

Des marqueurs nouveaux d'incidence biologique

Dans un esprit qui s'apparente à celui de la méthode des **micro-habitats**, essentiellement développée à partir du compartiment poissons, et qui vise à déterminer l'optimum du triplet « vitesse-profondeur-granulométrie » permettant le développement des différents stades de vie d'une espèce donnée, Breugnot *et al.* ont tenté d'évaluer l'incidence de l'altération des paramètres déterminants du régime hydrologique due à l'existence d'un barrage sur le compartiment fondamental, au plan de la pérennité de l'édifice biologique dans son entier, que constituent les **macrophytes**.

Pour cela, un ensemble de 8 stations situées sur la Garonne et sur la Dordogne, dont 5 sous influence d'un aménagement⁹, a été suivi sur une période de trois ans, et dans différentes configurations de l'écoulement.

Le suivi a concerné la distribution de la végétation, en abondance et diversité spécifique, sur chacun des profils retenus, mise en correspondance avec les variables de contrôle de l'écoulement.

Les premiers résultats disponibles laissent entrevoir une perspective tout à fait intéressante d'utiliser de manière opérationnelle ce compartiment – certes pour le moment limitée au seul contexte des grands cours d'eau et de leur parcours aval, le **potamon** – en complément des méthodes de même esprit mises en œuvre sur les poissons.

En effet, la « réactivité » de ce compartiment est grande, et elle obéit aux mêmes déterminants de l'écoulement – avec peut-être la turbidité en plus, ce qui ne surprend pas quand on sait le rôle de l'éclairement dans le développement végétal – que dans le cas du compartiment poissons.

Il reste bien sûr à affiner la méthode en diversifiant les contextes d'observation et en affinant la représentativité de l'expérimentation, pour l'instant limitée au seul point de relevé.

Un partenariat porteur

Depuis 4 ans environ, les deux acteurs essentiels de la connaissance et de la gestion des milieux aquatiques que sont EDF et l'Union nationale pour la pêche en France – l'UNPF – ont entrepris, en dépit d'une « histoire » commune parfois heurtée, une démarche de dialogue concrétisée par un accord de partenariat porteur d'espoir.

En effet, anticipant en quelque sorte sur la directive cadre sur l'eau et son esprit, ces deux acteurs devenus partenaires ont défini et mettent en œuvre concrètement une série d'actions conjointes visant à la modification de certaines modalités de gestion des ouvrages. L'objectif visé est d'en réduire l'incidence sur les peuplements piscicoles tout en reconnaissant les vertus – au plan de la caractéristique d'énergie renouvelable – de « l'outil » hydroélectrique, et la nécessité d'en préserver la compétitivité, dans un contexte international difficile.

En pratique, le partenariat regroupe des études et des travaux de préservation du milieu aquatique et aussi, ce qu'il convient de relever tout particulièrement, des actions de promotion et de développement du loisir pêche, en direction des jeunes et des personnes handicapées notamment.

Depuis le lancement du partenariat et la mise en place du fonds en l'an 2000, plus de **500 dossiers** provenant de 82 départements métropolitains, plus l'île de la Réunion, ont ainsi été examinés et **435 subventionnés**, pour un montant total à ce jour de 1,35 M€, dont la moitié concerne le volet études et travaux.

9. L'étude a également considéré l'impact de confluences.

M. Guillaud, vice-président de l'UNPF, en fera une description précise, mais par la diversité des sites d'études et de travaux, il est déjà possible de dire que l'ensemble des problématiques liées à la faune piscicole et à l'incidence, sur elle, d'aménagements qui en entravent le libre développement est pris en compte.

Il sera utile, le moment venu, de dresser le bilan global de ce partenariat très porteur.

Les débits réservés

Quoiqu' évoqués à la volée dans certaines communications, la problématique des **débits réservés** est à ce point d'actualité qu'elle mérite un développement spécifique au titre de cette session. On rappellera d'abord que, issue de la loi sur la pêche de 1984 et reprise dans le code de l'environnement – article L. 432-5 – elle est la première expression législative réellement opérationnelle à mettre en face des projets d'aménagement, car assortie d'un chiffre (le fameux 1/10^e du module) visant spécifiquement la pérennité de la vie piscicole.

Cependant à l'expérience, ses limites sont vite apparues et l'on peut les résumer comme suit :

- expression trop générale, peu adaptable à tous les contextes,
- application au seul compartiment des poissons, sans pour autant que soient spécifiées les espèces visées,
- absence de possibilité de modulation saisonnière en rapport avec la fonctionnalité du milieu,
- imprécision rédactionnelle de certains concepts tels que les « débits entrants à l'amont de l'ouvrage »...
- application du principe « 1 ouvrage/1 titre/1 date d'expiration/1 débit réservé », peu réaliste en certaines situations de milieu,
- ...

Conscients de ces faiblesses, le ministère chargé de l'environnement et EDF ont installé conjointement, il y a une douzaine d'années, une cellule spécialisée dite **Cellule débits réservés**, chargée de faire évoluer la doctrine sur ces différents points – et notamment celui du débit biologique minimum objectif – à partir d'expériences-pilotes conduites sur 8 sites aménagés, avec une perspective d'éventuelle évolution législative.

Il eût été intéressant d'entendre un exposé sur l'avancement de ces travaux, particulièrement adaptés à l'esprit de la session. Ce que l'on peut en dire cependant en termes de bilan peut se résumer comme suit :

– la cellule débits réservés a permis d'organiser des campagnes de collecte de données hydrobiologiques et hydrologiques *qui serviront de socle à l'établissement*, le moment venu, *du nécessaire retour d'expérience* à tirer d'un projet très porteur en termes de reconquête biologique des masses d'eau fortement modifiées. À ce titre, *le bilan de l'opération* – non achevée au demeurant – *peut être vu comme très positif* ;

– des difficultés restent néanmoins à lever quant à la définition du « *débit biologique optimum* » à tester, dans la mesure où les courbes résultantes de l'application de la méthode des micro-habitats sont insuffisamment contrastées, pour les espèces piscicoles test. Il est par conséquent important de noter que, contrairement à ce qui a été affiché au départ, le projet ne permettra pas de « *tester la méthode des micro-habitats* », mais plutôt de « *tester la pertinence du 1/10^e du module* », en tant qu'optimum écologique tel que fixé par la loi ;

– il est apparu difficile de s'affranchir, dans la conduite de l'opération, de l'aléa « *crues* », susceptible lorsqu'il survient de perturber le peuplement piscicole sur 2 à 3 ans, ce qui est long par rapport à des durées d'expérimentation moyenne de l'ordre de 5 années.

Pour autant, la poursuite de ces travaux est nécessaire, même si elle s'inscrit nécessairement sur le long terme.

Au-delà, des réflexions se poursuivent en de nombreux sites d'ouvrages dont le titre est arrivé à expiration, ainsi qu'il en est en particulier de l'aménagement de Sainte-Tulle 1, sur la Durance, qui a servi de support à la formulation de possibles évolutions envisageables à l'avenir, que l'on peut résumer comme suit :

– **prise en compte de l'édifice biologique dans sa globalité** – poissons, mais aussi invertébrés, végétation dont les macrophytes, pour faire le lien avec l'une des communications de la session, relations hydrauliques entre les différents faciès : écoulement principal et annexes fluviales... – et de l'ensemble de ses interactions dans la démarche scientifique d'optimisation du débit, en vue d'atteindre un gain écologique défini, durable et global. Se donner pour cela le temps d'expérimentation nécessaire ;

– **adoption du principe de saisonnalisation du débit réservé**, qui découle directement de l'objectif qui précède et au nom duquel il convient d'ajuster la desserte d'eau nécessaire au fonctionnement harmonieux de l'édifice biologique en fonction stricte de ses besoins, qui ne s'expriment pas uniformément selon les saisons. L'idée d'un couple de débits « été/hiver » semble correspondre à cet objectif. Il pourrait conduire, si les besoins d'eau estivaux se révélaient importants, au principe compensatoire d'un débit hivernal qui pourrait être inférieur au 1/10^e du module, à un moment où la demande d'électricité est forte et les besoins biologiques faibles, ceci avancé toutefois avec la plus extrême prudence ;

– **mise en cohérence de la procédure avec la réalité du milieu**, ce qui revient à remettre en cause le principe ci-dessus rappelé de « 1 ouvrage-1 titre » qui prévaut. Il se montre toutefois peu pertinent dans les situations d'aménagements complexes, avec de nombreux ouvrages en parallèle alimentés par la même prise et restituant au même point, et dont les titres expirent à des dates différentes. Il s'agirait de lui substituer celui plus approprié de « **à chutes imbriquées, titre unique** », et d'aller progressivement vers une harmonisation des dates

d'expiration – et de renouvellement – des titres des ouvrages qui compose une même unité de production électrique (on parle de « file » pour la caractériser) assurant de la sorte une certaine cohérence avec l'approche « milieu » ;

– **insertion de cette nouvelle démarche à l'intérieur d'un principe directeur** qui consiste en la recherche d'un optimum du rapport « efficacité pour le milieu/coût pour la collectivité », répondant en cela en tous points à la directive cadre sur l'eau lorsqu'elle évoque la nécessité d'éviter toute amélioration du milieu qui, quoique bien intentionnée, se montrerait « exagérément coûteuse » pour la collectivité des usagers tout entière et solidaire.

Une proposition qui est faite, et qui compléterait les travaux de la cellule débits réservés, serait de rassembler l'ensemble des réflexions et actions actuellement conduites autour de cas concrets d'aménagements parvenus à expiration de leur titre, de manière à organiser le retour d'expérience permettant de consolider peu à peu l'ensemble de ces concepts. Leur formalisation dans de nouvelles dispositions ainsi « modernisées » en découlerait naturellement. □

Résumé

L'installation d'ouvrages dans le lit des fleuves et rivières créant une entrave à leur libre écoulement est à l'origine d'une modification sensible du régime hydrologique originel du milieu impacté, notamment lorsque l'ouvrage présente une capacité de rétention importante.

Cette modification retentit le plus souvent fortement sur la nature et la qualité de l'édifice biologique d'origine.

Si les projets répondent à une demande forte de satisfaction d'usages marchands rendus possibles du fait du volume d'eau emmagasiné, et s'ils contribuent de ce fait même au développement économique et à l'accroissement du bien-être social, ils engendrent aussi une série de désagréments à l'encontre des biocénoses aquatiques et semi-aquatiques.

Il est donc indispensable d'acquérir de l'aménagement et de son contexte une connaissance initiale globale utile à la minimisation des incidences sur le milieu physique et biologique dont il est la cause, en régime normal de fonctionnement comme lors d'épisodes particuliers de la vie de l'ouvrage tels que les chasses périodiques de sédiments. Elles furent en effet très souvent dans le passé de véritables catastrophes écologiques, par défaut d'anticipation dans leur mode de gestion.

Ces incidences sont au demeurant susceptibles de nuire gravement à certains des enjeux marchands pour lesquels l'ouvrage a précisément été conçu, ainsi qu'il en est des limons et de l'encrassement qu'ils provoquent du lit et des différents organes de l'ouvrage. Enjeux marchands et écologiques sont par conséquent susceptibles de parfois se rejoindre, et de relever ainsi d'objectifs de gestion à finalité voisine.

La session regroupe un certain nombre de cas reflétant le « vécu » de situations géographiquement diversifiées certes, mais qui cependant, en dépit de cette diversification, ressortissent à des problématiques suffisamment semblables pour ouvrir un certain nombre de voies d'amélioration de la gestion multifonctions de ces ouvrages. Elles présentent un intérêt tout particulier dans le contexte européen de la directive cadre sur l'eau, actuellement en phase de transposition.

Abstract

Dam settlement in river-beds constitutes an obstacle to free-running water and causes a significant transformation to hydrologic regime within the impacted area. This is particularly true for large reservoirs.

Such evolutions have great effect on nature and quality of the original biological conditions.

It must be mentioned that hydro projects are a response to commercial uses through reservoir capacity and – though – contribute to economical development and social welfare. Unfortunately, they induce also significant trouble to aquatic and semi-aquatic biocenosis.

It must be considered of great importance to get from the site and from the project a global knowledge so as to minimise incidences on physical and biological elements, either in normal conditions or during particular events like periodical flush-out of sediments. In the past, such events have induced real ecological catastrophes due to the lack of anticipation on operating schemes.

These effects may in fact create considerable prejudice to commercial stakes for which the project was conceived, so as for silt deposits, due to their impacts both on river-beds and outlets of dam conditions.

Economical and ecological stakes may in fact tend to a common target, and finally are relevant to a similar operating concept.

The present session number 3 is gathering a few history-cases showing geographically changing situations, the diversity of which does yet emphasize some operating principles for multi-uses reservoirs.

These situations are of particular interest at the time of transformation for France, of what is called « General regulations for water uses » in our European context.