

PREMIERES REFLEXIONS SUR LA MISE AU POINT
D'UN DISPOSITIF DE CONTROLE DU DEBIT RESERVE
A L'AVAL DES PRISES D'EAU
DES MICRO-CENTRALES HYDRO-ELECTRIQUES

F. MONIOD

ORSTOM, 24 rue Bayard - 75008 PARIS

Résumé

L'A.F.M.E. a demandé à l'ORSTOM d'étudier un dispositif de contrôle du débit réservé, étude qui a commencé en Mai 1985. L'auteur s'appuie sur deux textes officiels pour cerner la notion de débit réservé. Il en tire que ce débit est modulable selon les saisons, et que sa valeur est imposée dans le bief subissant la dérivation. Son contrôle s'effectue donc en aval des différentes installations constituant la prise d'eau. Mais un écoulement à surface libre est nécessaire au franchissement du seuil de prise par les poissons migrateurs (passe à poissons). Il semble que dans la plupart des cas la cote du plan d'eau amont de prise doit commander le débit de franchissement et le débit réservé si un dispositif adéquat est prévu à la construction. Le contrôle du débit se ramène à celui de cotes de plans d'eau. Ces cotes sont lues sur un repère lors d'une visite à la prise d'eau, enregistrées par un limnigraphe pour un contrôle continu mais retardé, ou télétransmises à un centre régional habilité pour un contrôle continu et sans délai.

ORSTOM
HYDROLOGIE
DOCUMENTATION

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire
N° : 39668
Cote : B

13 JUIN 1994

81197

L'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie (A.F.M.E.) apporte sa participation financière à l'Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement (ORSTOM) pour réaliser un programme visant à mettre au point un dispositif efficace de contrôle du débit réservé. Ce dispositif, fiable, et inviolable dans la mesure du possible, doit permettre de contrôler le débit réservé dans le lit du cours d'eau, entre la prise d'eau d'une micro-centrale hydro-électrique et la restitution, pour différentes valeurs de débits jusqu'à $1 \text{ m}^3/\text{s}$, sur tout type de rivière, avec une attention particulière pour les torrents où la période sensible des basses eaux coïncide avec celle de la remontée des poissons migrateurs.

Cette étude a commencée en Mai 1985 en France métropolitaine, par des visites de prises d'eau de micro-centrales dans les départements des Pyrénées Orientales, de l'Aude, de la Haute Garonne et de l'Ariège, du Puy de Dôme, de la Haute Loire et du Cantal, des Hautes Alpes et des Alpes de Haute Provence. Grâce à la complaisance des Services Régionaux d'Aménagement des Eaux et des Directions Départementales de l'Agriculture, qui ont organisé les visites aux installations les plus intéressantes et les plus représentatives de leur région, un éventail assez large de ce genre d'équipement réalisé en France a pu être observé : Equipements de conception ancienne ou récente, de puissance faible ou moyenne, de basse ou de haute chute, avec des dérivations de longueurs très variables, dans les torrents de montagne ou des rivières de plaine. En outre, de longs entretiens avec les ingénieurs chargés de la Police des Eaux notamment, ont permis de situer la notion de débit réservé et de son contrôle dans le cadre géographique spécifique de ces régions.

Certes, le problème qui nous est posé est technique, mais c'est l'application de la loi sur l'exploitation des ressources en eau et la sauvegarde de l'environnement naturel qui en définit les contours.

TEXTES OFFICIELS

Deux textes importants aident à définir la notion de débit réservé:

1. - *La circulaire interministérielle du 15 Avril 1981*

ayant pour objet l'application de la loi n° 80531 du 15 Juillet 1980 et l'instruction des demandes d'autorisation d'entreprises hydrauliques.

Nous y relevons ce qui suit :

<<... Les mesures propres à assurer la sauvegarde du milieu et du site..... porteront notamment sur les points suivants :

a) - *Conservation du milieu aquatique :*

- . installations et entretien de passes à poissons :
- . compensation piscicole par alévinage :
- . besoins de la navigation touristique et sportive :
- . maintien d'un débit réservé : dans le cas où l'aménagement comporte une dérivation des eaux, ce débit réservé doit

être suffisant pour assurer une conservation de la qualité et de la diversité du milieu aquatique.

En règle générale, ce débit -qui pourra être modulable selon les saisons- ne devra pas avoir une valeur inférieure au débit caractéristique d'étiage de valeur quinquennale, c'est-à-dire le débit maximal des dix jours consécutifs d'étiage de la période de retour de cinq années. En l'absence de cette information, le débit de référence pourrait être le débit moyen mensuel minimal calculé sur l'ensemble des données disponibles .

- . révision des débits réservés :
- . exploitation en éclusées :
- . remontée des poissons migrateurs :
- . contrôle des débits réservés : les dispositifs de restitution des débits réservés devront être équipés d'une échelle ou d'un repère permettant la vérification immédiate par les services de contrôle et les diverses personnes intéressées des quantités d'eau effectivement maintenues dans la rivière. Dans certains cas, il pourra également être envisagé la mise en place d'un dispositif d'enregistrement continu (limnigraphe).

b) - Protection des sites

.....>>

2. - La loi n° 84512 du 29 Juin 1984

relative à la pêche en eau douce et à la gestion des ressources piscicoles.

<<.....

Article 4.1. - Les articles 402 à 413 du code rural sont remplacés par les dispositions suivantes :

ARTICLE 410 - Tout ouvrage à construire dans le lit d'un cours d'eau doit comporter des dispositifs maintenant, dans ce lit, un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces qui peuplent les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage ainsi que, le cas échéant, des dispositifs empêchant la pénétration du poisson dans les canaux d'amenée et de fuite.

Ce débit minimal ne doit pas être inférieur au dixième du module du cours d'eau au droit de l'ouvrage, correspondant au débit moyen interannuel évalué à partir des informations disponibles portant sur une période minimale de cinq années, ou au débit à l'amont immédiat de l'ouvrage si celui-ci est inférieur.

Toutefois, pour les cours d'eau ou parties de cours d'eau dont le module est supérieur à 80 m³/s, des décrets en Conseil d'Etat pourront, pour chacun d'eux, fixer à ce débit minimal une limite inférieure qui ne devra pas se situer en dessous du vingtième du module.

L'exploitant de l'ouvrage est tenu d'assurer le fonctionnement et l'entretien des dispositifs garantissant, dans le lit du cours d'eau, le débit minimal défini aux deux alinéas précédents.

.....

ARTICLE 411 - Dans les cours d'eau ou parties de cours d'eau et canaux dont la liste est fixée par décret, après avis des Conseils généraux, et dans un délai de six mois, tout ouvrage doit comporter des dispositifs assurant la circulation des poissons migrateurs. L'exploitant de l'ouvrage est tenu d'assurer le fonctionnement et l'entretien de ces dispositifs.

.....>>
DETERMINATION ET LOCALISATION DU DEBIT RESERVE

Entre la prise d'eau et la restitution d'une centrale hydro-électrique, le bief du cours d'eau doit être alimenté en permanence par un débit dont la valeur minimale est fixée soit au 1/10^e du module, soit au débit caractéristique d'étiage quinquennal, soit au débit naturel, s'il est inférieur à ce seuil, au droit de l'ouvrage de prise.

Un tel débit est destiné à assurer notamment, et le cas échéant, dans le bief concerné :

- . un débit sanitaire (traversée des agglomérations)
- . la satisfaction des besoins en eau des riverains (agriculture, élevage, besoins domestiques, tourisme, loisirs, etc...)
- . le maintien du niveau de la nappe phréatique
- . le maintien des conditions d'existence du milieu vivant (végétation des rives, faune et micro-faune aquatiques, habitat et circulation des poissons)
- . le maintien éventuel de la navigation touristique et sportive
- . etc...

Pour déterminer le ou les seuils minimaux du débit à maintenir satisfaisant ces exigences, il faut tenir compte :

- . du régime hydrologique du cours d'eau, des fluctuations saisonnières de son débit naturel, et de son irrégularité interannuelle
- . de la morphologie du lit qui conditionne la profondeur d'eau et la surface mouillée en même temps que la vitesse du courant pour un débit donné
- . du cycle saisonnier de migration des diverses espèces de poissons (montaison, frai, dévalaison) et des conditions de son déroulement normal
- . du niveau des contraintes acceptables par le producteur d'énergie hydro-électrique.

De toutes ces contingences, nous relevons deux aspects essentiels à nos yeux :

- 1°/- Le débit réservé est modifiable : c'est-à-dire que sa valeur peut être fixée à un niveau variable avec les saisons. En outre, ces seuils-limites pourront être révisés au cas où constatation serait faite que les niveaux initialement fixés s'avèreraient insuffisants. Cela implique donc qu'on doive pouvoir adapter le dispositif de contrôle du débit réservé à ces variations.
- 2°/- Le débit réservé proprement dit intéresse le bief court-circuité par la dérivation; mais l'ouvrage de prise lui-même doit pouvoir être franchi par les poissons migrateurs. Le dispositif de contrôle doit pouvoir se faire à la fois dans le bief (à l'aval de la prise) et au franchissement de l'ouvrage de prise. Le débit, en chacune de ces deux sections, n'est pas obligatoirement le même.

CONTROLE DU DEBIT RESERVE

Le débit restitué au cours d'eau à proximité immédiate de l'ouvrage de prise est constitué :

- . du débit déversant sur le seuil de prise,
- . du débit alimentant la passe à poissons,
- . du débit des vannes ou orifices équipant le seuil proprement dit, à savoir :
 - *orifice de fond,*
 - *vannes de fond,*
 - *vannes de surface à hausse mobile,*
- . des fuites diffuses dans le barrage et des fuites des vannes,
- . du débit déversant sur le seuil latéral du bassin de tranquillisation,
- . du débit de la vanne de dessablage de la chambre de mise en charge,
- . du débit de la goulotte de dégrillage,
- . divers éventuels, comme les débits d'appel à la passe à poissons.

Chacune de ces voies d'eau a sa propre loi de débit dont les paramètres sont la charge et les caractéristiques géométriques des organes, variables lorsque ces organes sont mobiles comme des vannes.

Il semble donc que le contrôle du débit réservé doive se faire, dans de nombreux cas, à l'aval de toutes ces restitutions et au plus près de l'ouvrage :

- soit dans une section naturelle du cours d'eau où le courant est rassemblé en une seule veine, contrôlée par un seuil rocheux en place, stable, propre et sensible (dH/dQ suffisamment grand pour les faibles débits);
- soit dans une section équipée artificiellement d'un petit déversoir en béton qui impose une loi d'écoulement dans une section calibrée.

La loi hauteur/débit, établie dans cette section par une série de jaugeages ou à défaut en appliquant les formules des déversoirs, permet en repérant la cote du plan d'eau dans cette section de connaître la valeur correspondante du débit.

Or cette disposition, qui n'exerce pas de contrôle sur le fonctionnement de la passe à poissons, n'est pas envisageable dans tous les cas, et notamment pour les micro-centrales de basse chute sans dérivation (ancien moulin) où le plan d'eau de la restitution de l'usine se confond pratiquement avec le plan d'eau à l'aval immédiat du barrage de prise.

La plupart des micro-centrales fonctionnent en stabilisant la cote du plan d'eau à la prise de manière à ce que l'alimentation de la chambre de mise en charge se fasse dans les conditions optimales. Cette stabilisation est commandée automatiquement (asservissements) par la

centrale. Dans le cas des prises d'eau "par en dessous" (1) la cote du plan d'eau est imposée par celle du seuil déversant qui barre la rivière d'une rive à l'autre.

Il semble par conséquent que ce soit à partir de la cote du plan d'eau dans la retenue, si minime soit-elle, créée par l'ouvrage de prise, qu'il faille assurer le débit réservé, en pratiquant dans le seuil une ou plusieurs échancrures calibrées, de profils rectangulaires, dont les radiers soient à une cote inférieure à celle du fonctionnement correct de l'alimentation de la dérivation. Ces échancrures alimentent :

- la passe à poissons. Il est préconisé que les bacs successifs qui forment ce dispositif aient des dimensions telles qu'il s'y dissipe une puissance de 200 à 300 watts par m³ pour des chutes inférieures à 20 ou 30 cm. Pour limiter le coût de cette installation, on se cantonne à des débits assez faibles (inférieurs à 150 ou 200 l/s), mais cependant suffisants pour permettre la circulation des poissons. De sorte que la passe à poissons n'est pas toujours susceptible de canaliser la totalité du débit réservé : il faut alors prévoir une ou plusieurs autres passes.
- la ou les passes complémentaires, qui jouent le rôle de déversoirs obligés, et dont la restitution à l'aval converge avec celle de la passe à poissons de manière à créer un courant d'appel. Comme le débit réservé est modulable selon la saison, il est tout indiqué de pouvoir disposer des masques à l'entonnement de ces passes (hormis si possible la passe à poissons) qui permettent de régler à la valeur désirée le débit total restitué au cours d'eau.

L'inconvénient d'un tel dispositif est que l'entonnement de ces passes peut être partiellement obstrué par les sables, graviers, galets, branches, débris divers amenés naturellement ou intentionnellement. On peut cependant rappeler que la Loi (Art. 410) impose à l'exploitant d'assurer le fonctionnement et l'entretien de ces dispositifs.

MOYENS DE CONTROLE DU DEBIT RESERVE

Il faut noter qu'en aucune circonstance, sauf fonctionnement par éclusées, le débit non dérivé ne saurait être supérieur aux apports. Par conséquent lorsque l'exploitant ne dérive pas d'eau, donc ne turbine pas, il n'est pas en infraction même si le débit de la rivière est inférieur au débit réservé. Contrôler le débit réservé consiste donc d'abord à s'assurer du débit qui transite ou non dans le canal de fuite de la centrale. On s'attendrait d'ailleurs à trouver là, systématiquement, une échelle limnimétrique.

(1) - Un seuil épais et profilé barre toute la rivière; il est évidé en son milieu d'une cavité occupant toute la longueur du seuil, recouverte d'une grille inclinée vers l'aval. Cette cavité reçoit à travers la grille l'eau qui se déverse sur le seuil et va alimenter la chambre de mise en charge de la conduite. Le débit excédentaire de la rivière déborde de la cavité et poursuit son cours dans la rivière.

Le contrôle du débit réservé en aval de la prise d'eau, dans une section naturelle ou dans une section aménagée, consiste à s'assurer que l'écoulement s'y fait librement et que la cote du plan d'eau est supérieure ou égale à celle qui correspond au débit minimal demandé. Une échelle limnimétrique permet de faire ce contrôle de visu; un limnigraphe enregistrant les variations dans le temps du niveau de l'eau permet de faire ce contrôle a posteriori.

Le contrôle du débit franchissant en surface l'ouvrage de prise consiste à s'assurer que l'écoulement se fait librement dans les passes prévues à cet effet, que les masques éventuellement mis en place sont conformes aux dispositions arrêtées, et que la cote du plan d'eau à l'entonnement de ces passes est supérieure ou égale à celle correspondant au débit minimal imposé. On se serait attendu, là aussi, à trouver systématiquement aux prises d'eau une échelle limnimétrique pour contrôler la cote du plan d'eau dans la retenue.

Si les micro-centrales sont le plus souvent accessibles par route, leurs prises d'eau ne le sont pas souvent, et il n'est pas rare dans les régions montagneuses que la neige en interdise carrément l'accès, certaines saisons. D'où l'idée de procéder au contrôle automatique du débit réservé.

Des sondes piézo-électriques placées dans les sections à contrôler mesureraient en continu les mouvements des plans d'eau. Ces données pourraient être soit stockées sur des enregistrements, soit télétransmises à un centre de réception et de traitement. La télétransmission se ferait par système Argos (balise émettrice-satellite-station de réception) comme cela se pratique dans certaines régions d'Afrique et du Brésil, notamment. L'observation d'une anomalie dans les données ainsi transmises ne concernant que des cotes de plan d'eau n'épargnerait pas de devoir se rendre sur place pour constater les vraies raisons de cette anomalie. La mise en oeuvre d'un tel système nécessiterait des investissements importants pour chaque micro-centrale (sondes-émetteurs-balise), pour la ou les stations régionales de réception, ainsi que des moyens en personnel très structurés pour assurer le suivi et la maintenance de tels réseaux, le dépouillement et l'interprétation de l'information transmise, et l'intervention sur le terrain.

Avec ou sans télétransmission des informations de contrôle, le stockage des données pourrait se faire sur des mémoires statiques très fiables, non violables, d'une grande autonomie, dont la lecture à l'aide des moyens, maintenant courants, de micro-informatique permet d'effectuer, a posteriori, le contrôle des débits.

CONCLUSION

Pour clore cette courte note, nous énumérerons les quelques idées qui nous guident dans la recherche d'un dispositif efficace de contrôle des débits réservés.

- La détermination du débit réservé à imposer à un exploitant de micro-centrale, comme sa modulation saisonnière, est un problème différent de celui du contrôle de ce débit. Lorsque l'eau n'est pas dérivée vers la micro-centrale, le contrôle du débit réservé est sans objet.



- Le débit réservé est, par la loi, imposé dans un bief; mais il est contrôlable en des sections de ce bief, notamment dans le franchissement en surface de l'ouvrage de prise, et en aval des installations qui précèdent la vanne de tête de la conduite d'aménée.

- Contrôler un débit revient à le mesurer, directement ou indirectement. Les procédés de mesure directe par capacité sont inapplicables dans la gamme de valeurs des débits réservés. Les procédés de mesure directe par voie chimique sont d'une mise en oeuvre trop délicate et présentent des risques de pollution trop importants pour être utilisés en continu. La voie indirecte par la mesure des cotes de plan d'eau peut donner toute satisfaction après que la section de mesure ait été étalonnée.

- En matière d'hydraulique dans les cours d'eau naturel, les organes statiques composés de seuils et d'ouvertures calibrées sont les plus fiables; mais aucun dispositif ne peut être laissé sans entretien ni surveillance.

- Le dispositif garantissant le maintien du débit réservé est plus important que le dispositif de contrôle s'il est distinct du premier, car, sauf coïncidence, le contrôle révèle une défaillance après qu'elle se soit produite.

- Petite hydraulique c'est simplicité, robustesse, fiabilité, et coût financier peu élevé.