

## **SOLUTIONS POUR LA DEVALAISON DES SMOLTS ET DES ANGUILLES ARGENTEES AU NIVEAU DES PETITES ET GRANDES CENTRALES HYDROELECTRIQUES**

### **RESUME**

**D. COURRET**

**2 OCTOBRE 2015**

Dans le bassin du Rhin, la problématique des mortalités de poissons dévalant au travers des turbines hydroélectriques se pose dans deux contextes très différents :

- au niveau de petites centrales hydroélectriques sur les affluents, avec par exemple des centrales turbinant jusqu'à 40-50 m<sup>3</sup>/s dans le sous-bassin de l'Ill côté français. Sur ce bassin, les mortalités cumulées en tenant compte de l'échappement par les ouvrages évacuateurs seraient de l'ordre de 25-30% pour les smolts et les anguilles.
- au niveau de grosses centrales sur le Rhin, avec en particulier 10 centrales turbinant entre 1100 et 1500 m<sup>3</sup>/s sur le Rhin supérieur (de Iffezheim à Kembs). Les mortalités au passage par les turbines de ces centrales sont évaluées à 3-6% pour les smolts et à 7-20% pour les anguilles argentées. Etant donné les débits d'équipement des centrales et l'hydrologie du Rhin, on ne peut pas espérer qu'il y ait de fortes proportions de poissons dévalant s'échappant par les ouvrages évacuateurs.

Au niveau des petites centrales, les solutions acceptées en France sont les turbines ichtyocompatibles ou les systèmes d'exutoires associés à des plans de grille à faible espacement libre entre barreaux (prises d'eau ichtyocompatibles).

A ce jour en France, l'ichtyocompatibilité a été reconnu pour 2 types de turbines : les VLH (chutes entre 1,4 et 2,8 m et débits de  $\approx 10$  à 30 m<sup>3</sup>/s) et les vis hydrodynamiques (chute entre 1 et 10 m et débit de  $\approx 0,1$  à 10 m<sup>3</sup>/s), avec toutefois encore des questionnements vis-à-vis de leur efficacité envers les adultes de saumon et de truite de mer. D'autres types de turbines (Pentair) pourraient également être reconnus à l'avenir.

Les prises d'eau ichtyocompatibles donnent de bonnes garanties d'efficacité dans la mesure où les principes de conception et les critères suivants sont respectés. Une prise d'eau ichtyocompatible doit permettre (1) d'arrêter les poissons et les empêcher ainsi de passer par les turbines, (2) de les guider vers un système de transfert (exutoire) et (3) de les acheminer à l'aval de l'aménagement sans dommages, avec l'objectif global d'atteindre de très bonnes efficacités (taux de transfert des poissons se présentant à la prise d'eau > 90-95%). Deux configurations sont envisageables : 1) un plan de grille quasi-vertical et orienté en plan par rapport à la direction de l'écoulement, l'exutoire est alors positionné à l'extrémité aval du plan de grille, et 2) un plan de grille très incliné en coupe par rapport à l'horizontale et disposé perpendiculairement à l'écoulement, un ou plusieurs exutoires selon la largeur de la prise d'eau sont alors positionnés au sommet du plan de grille. Les critères de dimensionnement des prises d'eau vis-à-vis de la dévalaison des poissons portent 1) sur l'espacement libre maximal entre les barreaux pour arrêter les poissons, 25 mm pour les smolts (barrière comportementale), et 15-20 mm pour les anguilles (nécessité d'installer une barrière physique), 2) sur la vitesse normale au plan de grille pour ne pas risquer le placage des poissons sur la grille ou leur passage prématuré au travers, 50 cm/s maximum pour les smolts et les anguilles en tenant compte des hétérogénéités des écoulements, 3) sur l'inclinaison du plan de grille par rapport à l'horizontale avec un angle  $\leq 26^\circ$  ou

l'orientation par rapport à la direction de l'écoulement avec un angle  $\leq 45^\circ$ , pour assurer le guidage des poissons, et 4) sur la conception des exutoires. Des critères sur le nombre, la taille et la vitesse en entrée des exutoires sont bien définis pour les plans de grille inclinés, ce qui permet de calculer le débit d'alimentation nécessaire à partir des caractéristiques de la prise d'eau : de 5.5% du débit maximum turbiné pour les petites prises d'eau, jusqu'à 2-3% pour les prises d'eau de plus de 20-30 m<sup>3</sup>/s. Les critères de conception des exutoires pour les plans de grille orientés restent encore en partie à définir.

Les plans de grille inclinés sont généralement privilégiés dans la mesure où ils sont moins contraignants sur les vitesses d'approche acceptables et les pertes de charge générées. Leur mise en œuvre est toutefois plutôt limitée aux prises d'eau peu profondes (< 3-4 m) du fait des longueurs importantes des plans de grilles et de leur impact sur le dimensionnement des dégrilleurs. Les plans de grilles orientés restent intéressants pour les prises d'eau profondes, à fortes variations de niveau d'eau, ou avec une implantation en prolongement de la berge. Des modes d'assemblage des grilles gardant les barreaux dans le sens de l'écoulement devraient permettre de réduire significativement les contraintes hydrauliques liées à l'orientation de la grille (pertes de charge).

Au niveau des grosses centrales du Rhin supérieur, le traitement de la dévalaison des poissons n'a pas encore été abordé à ce jour. Il n'est pas envisageable de mettre en place des plans de grille à faible espacement, étant donné les débits et les tailles des prises d'eau. A ce jour, aucune barrière comportementale sensorielle n'a montré une efficacité suffisante *in situ* pour empêcher les smolts ou les anguilles de s'engager vers les turbines. Il n'apparaît également pas réaliste d'envisager des arrêts ciblé de turbinage, car en toute logique cela devrait concerner toutes les centrales simultanément, ce qui représente des débits et des puissances considérables (1400 MW). La recherche de solutions doit notamment s'appuyer sur l'expérience acquise pour les salmonidés au niveau des centrales sur les rivières Columbia et Snake sur la côte ouest des USA.

Pour les smolts de saumon atlantique et truite de mer, dans la mesure où les entonnements vers les turbines se trouvent en profondeur (> 3-4 m), la mise en place de déversement de surface pourrait se révéler efficace. Les débits à déverser devraient être de l'ordre de 5-10% du débit turbiné, soit 50-150 m<sup>3</sup>/s selon les centrales. L'efficacité de tels déversements dépendra également du guidage des poissons vers les déversoirs par la courantologie. Le guidage des poissons pourrait être amélioré par la mise en place de masques ou de dromes plongeant 3-4 m sous la surface. Un attrait lumineux pourrait également venir renforcer l'attractivité des déversoirs. Étant donné les chutes au niveau des centrales, les conditions de transfert vers l'aval et de réception des poissons seraient à examiner en détail. Pour limiter les pertes de productible, on pourrait envisager que les débits ne soient pas déversés, mais turbinés avec des turbines fish-friendly conçues pour ces conditions de débits et de chutes. Cette solution serait par contre inefficace pour les anguilles argentées. Pour cette espèce, la mise en place d'exutoires de fond ne suffirait pas tant qu'il n'y a pas de systèmes empêchant efficacement le passage des poissons dans les turbines.

Une autre solution pour les smolts et les anguilles argentées consisterait à modifier les turbines Kaplan pour les rendre moins dommageables : réduction des interstices entre pale et moyeu et entre pale et manteau, modification du profil des pales pour en réduire la dangerosité, réduction des gradients de pression et de vitesse. Il serait notamment utile de s'appuyer sur les travaux réalisés ou en cours sur les rivières Columbia et Snake (turbines Minimum Gap Runner [MGR] installées aux centrales de Bonneville et Wanapum ; modifications des turbines de la centrale de Ice Harbor en projet), ainsi que sur les études sur la dangerosité des différents profils de pales et sur les gradients de pression et de vitesse acceptables. Cette solution pourrait probablement aboutir à de très faibles mortalités pour les smolts ; elle est par contre plus incertaine pour les anguilles dont les probabilités de chocs sont plus importantes du fait de leur taille. En effet, il n'est pas sûr que l'on puisse réaliser des modifications suffisantes des turbines compte-tenu des contraintes de génie civil. Cette solution nécessiterait des études de R&D probablement longues. Elle serait également longue à mettre en œuvre (46 turbines en place sur les 10 centrales).

Les solutions alternatives de capture-transport des poissons nécessitent un système capable de capturer une proportion importante des poissons dévalant pour être intéressantes. Cela peut éventuellement être envisagé sur les affluents du Rhin confluant à l'amont des grosses centrales, mais n'est par contre pas envisageable sur le Rhin lui-même.