

Incidence des ouvrages hydrauliques sur le transport solide : de la théorie scientifique à la pratique (cas des cours d'eau à faible énergie)

Impact of hydraulic structures on sediment transport: scientific theory to practice (for low-energy rivers)

Jérémie LEMAIRE

Société d'Ingénierie SCE (groupe KERAN), Pôle « Cours d'eau et Milieux Humides », 5 avenue Augustin Louis Cauchy, 44307 NANTES CEDEX (jeremie.lemaire@sce.fr).

RÉSUMÉ

SCE, société d'Ingénierie, est intervenue pour le diagnostic de l'impact des 9 ouvrages les plus importants du cours de l'Orne moyenne sur le transit sédimentaire et sur la définition des mesures de rétablissement de celui-ci dans le cadre de l'application de l'article L214-17 du Code de l'Environnement préconisant un « transport solide suffisant ».

SCE a confronté différentes méthodes scientifiques visant à caractériser l'impact des ouvrages hydrauliques sur le transport solide pour un cours d'eau à faible énergie : analyse morphologique, protocole Wolmann, analyse des indices d'érosion, analyse du profil en long, expertise hydraulique en crue (modélisation), calculs de forces tractrices... Si cela permet d'établir un faisceau de convergence des informations pour traduire l'impact de l'ouvrage sur la continuité sédimentaire, l'application de ces méthodes au dimensionnement d'aménagements à même de corriger les dysfonctionnements est plus difficile.

Cette confrontation des méthodes permet d'en établir les avantages et inconvénients, la fiabilité et la transposition de la théorie scientifique à la pratique.

ABSTRACT

SCE Society of Engineering spoke for the diagnosis of the impact on the sediment transport of the 9 largest dams in the middle of the river Orne and on the definition of these recovery actions in the context of the application of Article L214-17 of the Environmental Code advocating a « sufficient sediment transport ».

SCE compared different scientific methods to characterize the impact of hydraulic structures on sediment transport in a low-energy river: morphological analysis, Wolmann protocol, erosion indice analysis, longitudinal profile analysis, flood hydraulic modeling, tractive strength calculations... If this information allows for a convergence beam to reflect the impact of the structure on the sediment continuity, the application of these methods to the sizing work capable of correcting the dysfunction is more difficult.

This comparison of the methods is used to establish the advantages and disadvantages, reliability and transposition of the scientific theory to practice.

MOTS CLES

Barrage, continuité écologique, L214-17, sédiment, transport solide

1 L'ÉTAT DE L'ART

1.1 La réglementation

Le classement en liste 2 de certains tronçons de cours d'eau au titre de l'article 214-17 du Code de l'Environnement impose d'y assurer « le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs. Tout ouvrage doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant. ».

L'annexe 2 de la circulaire du 18 janvier 2013 relative à la mise en application des classements de cours d'eau au titre de l'article L214-17 donne quelques pistes de réflexion quant au diagnostic de l'impact des ouvrages sur le transit sédimentaire et aux préconisations de gestion susceptibles d'améliorer la situation. Le niveau d'ambition retenu y est qualifié d'intermédiaire et vise à « garantir la vie des biocénoses aquatiques (poissons, invertébrés, végétaux) dont les habitats sont inféodés au substrat alluvial ». Cette annexe indique également que « le transport des sédiments n'est plus jugé suffisant à l'échelle d'un tronçon si une altération de la continuité sédimentaire conduit à une dégradation des habitats aquatiques et nuit au bon fonctionnement des biocénoses. ». Elle précise enfin que le caractère suffisant s'applique aux sédiments grossiers.

Pour autant aucun élément quantitatif n'est apporté pour évaluer l'atteinte de l'objectif de restauration d'un transit sédimentaire suffisant.

1.2 Le diagnostic de l'impact des ouvrages sur le transport solide

Plusieurs outils de diagnostic sont disponibles pour évaluer l'impact des ouvrages en rivière sur le transit sédimentaire : Analyse de la configuration de l'ouvrage et vérification de l'existence de vannes de fond / Evaluation directe du piégeage (inspection visuelle du niveau de remplissage de la retenue en amont de l'ouvrage selon protocole de l'ONEMA) / Evaluation indirecte du piégeage (inspection visuelle sur le linéaire aval de l'ouvrage et recherche de traces d'incision, de pavage ou d'affleurements de la roche mère) / Analyse de la granulométrie amont et aval de l'ouvrage sur la base des résultats des protocoles Wolman / Evaluation des débits caractéristique au droit de l'ouvrage (crue journalière biennale, courbes des débits classés) puis comparaison à la capacité d'évacuation des vannages (débit « capable ») à la cote légale de retenue...

1.3 Le dimensionnement des aménagements pour le rétablissement de la continuité écologique

Concernant le dimensionnement d'aménagement à même de rétablir le « transport solide suffisant » requis au L214-17 du Code de l'Environnement lorsque l'ouvrage doit être maintenu sans pouvoir faire l'objet de suppression et/ou d'abaissement, les retours d'expérience et les guides techniques ne donnent pas d'élément concret de dimensionnement.

2 LES TRAVAUX MENÉS PAR SCE

2.1 Le contexte

SCE, société d'ingénierie privée indépendante, dans le cadre d'une étude confiée par la Communauté de Communes de la Suisse Normande sur appel d'offres, a été confronté à cette thématique sur le cours de l'Orne Moyenne (HFR 306) dans le Calvados (14) pour les 9 ouvrages les plus importants présents sur le cours de ce fleuve à faible énergie, classé en liste 2 au titre du L214-17.

2.2 Les apports de SCE

2.2.1 Contexte

SCE a mené dans le cadre de ce projet une étude comparative des 4 démarches différentes de caractérisation de l'impact du transport solide sans forcément les menées toutes à leur terme, mais en dégagant les avantages et inconvénients de chacune d'entre elles.

2.2.2 Méthodes de diagnostic de l'impact du transport solide

La première approche repose sur la caractérisation de l'altération des habitats aquatiques en aval de l'ouvrage (utilisation du protocole « Indice d'Attractivité Morphologique » - IAM - ou équivalent) puis comparaison à une station témoin de « référence naturelle » sur une demi-douzaine de critères (densité surfacique de placettes à dominantes grossières de part et d'autre de la retenue, diversité

des placettes en termes de substrats dominants et hauteur d'eau...). A l'issue de cette analyse comparative, l'approche vise à apprécier la contribution de l'ouvrage au blocage du transit sédimentaire (analyse du comblement de la retenue) et à expertiser le type de granulométrie piégée.

La seconde approche consiste à la mise en application du protocole standardisé Wolman sur des radiers représentatifs en amont et en aval de chaque ouvrage. Par comparaison entre les séries amont et aval de chaque ouvrage, il est possible de mettre en avant le décalage de la courbe granulométrique traduisant, par exemple, le blocage des éléments les plus grossiers. A l'issue de cette analyse, une lecture du profil en long et de la configuration de l'ouvrage (et son mode de gestion) permet de statuer sur l'impact de l'ouvrage sur le transport solide.

La troisième approche analysée par SCE est une méthode hydraulique qui consiste dans un premier temps à évaluer le débit morphogène au droit de l'ouvrage. Dans un second temps, le calcul (ou la modélisation) permet d'évaluer la perte de charge au droit de l'ouvrage et d'estimer le noyage ou le dénoyage de l'ouvrage pour une crue morphogène. Un seuil noyé en crue présenterait un risque faible de perturbation du transit sablo-graveleux alors qu'un seuil dénoyé en crue (avec dénivelé de ligne d'eau en crue) serait plus impactant.

La quatrième approche testée par SCE sur le cours de l'Orne moyenne est l'approche calculatoire des forces tractrices qui vise, sur la base d'une granulométrie « objectif » à faire transiter (par exemple granulométrie nécessaire à l'établissement des frayères des espèces repères). Des calculs hydrauliques évaluent le paramètre de Shields pour la fraction granulométrique objectif et permet la comparaison avec la valeur du seuil de mise en mouvement des particules et la conclusion sur l'impact de l'ouvrage sur le transport sédimentaire.

2.2.3 Méthodes de dimensionnement des mesures de rétablissement de la continuité sédimentaire

L'enjeu ultime de la mission de SCE est de définir les aménagements nécessaires et suffisants pour le rétablissement de la continuité écologique y compris sur le volet sédimentaire, sur des ouvrages privés, qui ne peuvent pas systématiquement bénéficier de subvention ou d'aide. Il est donc nécessaire de justifier à la fois, auprès des services de Police de l'Eau, que les aménagements répondent à l'objectif de transport sédimentaire « suffisant » mais aussi, auprès du propriétaire de l'ouvrage, que son investissement est le strict minimum pour répondre à la contrainte réglementaire.

Si les deux premières approches sont particulièrement claires pour illustrer un impact (ou l'absence d'impact) de chaque ouvrage sur le transport solide, il en ressort que leur mise en œuvre ne permet en aucun cas de dimensionnement d'aménagement. Les méthodes calculatoires sont moins explicites pour le diagnostic mais permettent une approche quantitative soumise toutefois aux imprécisions des calculs hydrauliques et à leur domaine d'application.

2.2.4 L'analyse comparative des résultats

SCE propose ainsi de livrer en communication une analyse comparative réalisée sur la base des cas d'école que représentent les 9 ouvrages confiés à son expertise quant aux mesures à adopter pour rétablir le transport solide : avantages, inconvénients, fiabilité...

Le cas du cours de l'Orne, fleuve à faible énergie, rend contradictoire certains résultats entre les différentes approches précitées : alors que les trois premières approches tendent à démontrer un impact important d'un ouvrage sur le transport solide (blocage systématique de la charge grossière au-delà de « pierre fine »), l'analyse des forces tractrices met en évidence que seul la charge la plus fine ne peut être charriée lors des crues morphogènes...

La comparaison est aussi l'occasion de confronter les prérequis théorique des démarches scientifiques (données historiques, données d'entrées, instrumentation...) aux éléments disponibles dans des conditions de coût et de délais limitées.

BIBLIOGRAPHIE

Alber A., Braud S. (2013). Synthèse des connaissances et proposition d'une méthode d'évaluation de l'impact des ouvrages transversaux sur la continuité sédimentaire des cours d'eau. DREAL Centre, 76 p.