

Thèse de doctorat : « Une meilleure compréhension pour une meilleure gestion de la dynamique hydro-sédimentaire de l'estuaire de la Rance »

Laboratoire d'accueil : EDF R&D – LNHE et Laboratoire d'Hydraulique Saint-Venant, 6 quai Watier, Chatou, France.

Durée : 3 ans (2018-2021) – Début septembre ou octobre 2018

Contexte

La Rance occupe une vallée qui présente deux parties bien différentes. En amont de l'écluse de Châtelier, c'est une rivière longue de l'ordre de 80 km, tandis qu'en aval de l'écluse, c'est le bassin maritime proprement dit qui s'étend sur une longueur de 20 km jusqu'à l'usine marémotrice située au nord. L'estuaire de la Rance constitue un plan d'eau soumis à un régime macrotidal qui implique des volumes oscillants d'eau très importants [Berthois & Berthois, 1954; 1955].

L'usine marémotrice de La Rance fonctionne depuis 1967 au rythme des marées. Son fonctionnement implique une modification du régime hydrodynamique qui aurait des conséquences sur la dynamique sédimentaire de l'estuaire. La réduction du marnage, la prolongation des étals de pleine mer, la diminution des courants de jusant et la présence de courants faibles à l'amont du bassin en l'absence d'un débit fluvial suffisant, auraient une tendance naturelle à amplifier la sédimentation des particules fines dans les zones soumises au va-et-vient du bouchon vaseux [Winterwerp & Van Kesteren, 2004], qui est mobile et se déplace dans l'axe de l'estuaire avec la marée, dans le même sens qu'elle. Aux mouvements longitudinaux s'ajoutent des mouvements latéraux, qui sont à l'origine du dépôt de vase sur les bordures de l'estuaire. En revanche, la présence de vitesses élevées aux abords des zones de turbinage de l'usine marémotrice et la diminution du volume d'eau (de l'ordre de 30%), et donc de sédiments entrant dans l'estuaire, entraîneraient une réduction importante de la sédimentation. Toutefois, l'évolution du bassin maritime suit les lois de l'hydrodynamique estuarienne, largement guidée par la géologie et la morphologie du système, avec une dynamique sédimentaire qui resterait semblable à celle qu'on observe dans des estuaires non aménagés de caractéristiques similaires [Bonnot-Courtois *et al.*, 2002].

Mieux comprendre la dynamique sédimentaire de ce système très complexe par sa typologie, sa taille, et son forçage hydrodynamique permettrait de disposer d'éléments scientifiques pertinents pour proposer un plan de gestion durable de l'estuaire, qui concilie la production hydroélectrique et les multi-usages de l'estuaire.

Projet scientifique

L'objectif de cette thèse est d'avancer, à partir de méthodes scientifiques rigoureuses et d'éléments quantifiés, sur l'état actuel des connaissances de la dynamique hydro-sédimentaire de ce système macrotidal complexe, et d'évaluer l'impact de la présence du barrage et du fonctionnement de l'usine marémotrice sur l'environnement sédimentaire et sur son évolution, en précisant les échelles d'espace et de temps de cet impact. Afin d'atteindre l'objectif de la thèse, un plan d'action comprenant trois axes est proposé :

1. Le recensement des connaissances déjà acquises par les études passées et l'analyse critique de ces données et connaissances,
2. Une phase d'instrumentation et de campagnes de mesure pour l'acquisition de données en continu (qualité d'eau, vitesse d'envasement des vasières, etc.) et ponctuel (LSPIV, aDcp, vitesse de chute, etc.), complétant celles existantes, et permettant de mieux appréhender les phénomènes d'envasement de l'estuaire,
3. Le développement d'un outil de modélisation numérique sur la base des données mesurées.

Le système de modélisation *open-source* Telemac-Mascaret sera utilisé pour implémenter et/ou améliorer les processus physiques permettant de mieux reproduire les mécanismes hydro-sédimentaires 2D et 3D à l'œuvre dans l'estuaire, tout en tenant compte du fonctionnement de l'usine marémotrice. Ceci inclut la prise en compte des interactions vase/sable et l'influence des forçages externes sur le système, e.g. marée, vent, surcotes, décotes, salinité, etc. [Teisson, 1991; Toorman, 1999]. Le modèle numérique permettra également d'évaluer le bilan sédimentaire afin de mieux connaître les taux de sédimentation et leur évolution actuelle, et les entrées et sorties en termes de matières en suspension aux « bornes » de l'usine au grès des marées et des phénomènes naturels.

Plus précisément, cette thèse permettra de répondre aux questions suivantes :

- (1) *Jusqu'à quel degré les modifications du régime hydraulique naturel, suite à la présence du barrage et de l'usine marémotrice, affectent la dynamique hydro-sédimentaire du système estuarien de La Rance (e.g. la répartition des sédiments superficiels et en profondeur dans les zones amont et aval du barrage) ?*
- (2) *Comment réagirait le système, à moyen et à long terme, d'un point de vue hydro-sédimentaire sans l'influence de l'aménagement marémoteur sur le milieu estuarien de La Rance ?*
- (3) *Jusqu'à quel degré le fonctionnement hydro-sédimentaire du système estuarien avec et sans l'influence de l'aménagement marémoteur de La Rance est comparable à celle des autres estuaires voisins et/ou des estuaires avec des caractéristiques similaires à celles de La Rance ?*

Critères de sélection du (de la) candidat(e) :

Le (la) candidat(e) doit être titulaire d'un Master en Sciences (MSc), M2 ou d'un diplôme équivalent.

- Profil numérique.
- Compétences en hydraulique et/ou processus hydro-sédimentaires. De l'expérience terrain serait un plus.
- Goût avéré pour la recherche appliquée, i.e. en veillant à cibler les travaux de recherche sur des besoins opérationnels à fort enjeu industriel.
- Excellente maîtrise du français et aisance dans la communication orale et écrite. Bonne communication orale et écrite en anglais.
- Au-delà de la langue (français et anglais, cf. ci-dessus), une aisance dans la prise de parole en public, compte-tenu des

perspectives de partage des travaux de recherche avec des partenaires d'EDF ou au sein d'instances de concertation externes.

- La connaissance du système de modélisation Telemac-Mascaret (y compris le module de transport sédimentaire Sisyphé) serait un plus.

La thèse sera financée sous le régime **CIFRE**.

Comment candidater ?

Les candidats doivent soumettre une lettre de motivation, un CV détaillé, ainsi que le nom et l'adresse (email) de deux référents à Dr. Pablo Tassi, EDF-R&D LNHE, LHSV [pablo.tassi@edf.fr + pablotassi@gmail.com].

Références

Berthois, L. & Berthois C. (1954) *Etude de la sédimentation dans l'estuaire de La Rance. 1ère partie : granulométrie des sédiments*. Bull. Lab. Mar. Dinard, 40, 4-14.

Berthois, L. & Berthois C. (1955) *Etude de la sédimentation dans l'estuaire de La Rance. 2ème partie : minéralogie des sédiments*. Bull. Lab. Mar. Dinard, 41, 3-18.

Teisson C. (1991) *Cohesive suspended sediment transport: feasibility and limitations of numerical modelling*. J. Hydr. Research, 29, 6, 755-769.

Toorman E.A. (1999) Sedimentation and self-weight consolidation: constitutive equations and numerical modelling, in: *Fine Sediment Dynamics in the Marine Environment*, Elsevier, Proceedings in Marine Sciences, 5, 155-170.

Winterwerp J.C. et van Kesteren W.G.M. (2004) Introduction to the physics of cohesive sediment in the marine environment. *Developments in Sedimentology*, 56, Elsevier.