

ANALYSE DES PARAMETRES MORPHODYNAMIQUE POUR L'ETUDE DE DANGER DE LA DIGUE DU TORRENT DES EAUX CHAUDES

Analysis of fluvial morphodynamic parameters on risk assessment for dikes in a torrentiel context

Auteur correspondant : **Thomas LAMBERET**, SCE Marseille, Centre d'Affaire Alta Rocca - Bâtiment G, 1120 route de Gémenos, 13400 Aubagne, France – thomas.lamberet@sce.fr
Etude commandée par l'EPAGE Asse Bléone

Auteurs de la communication : **Luca HUMBERT**, SCE, Marseille, France
Olivier VIGNOULLE, SCE, Marseille, France
Jérémie LEMAIRE, SCE, Nantes, France

1. Etude de danger des digues en contexte torrentiel

Contrairement aux rivières fluviales, les rivières torrentielles et les torrents sont le théâtre de crues spécifiques, caractérisées par le transport de volumes importants de matériaux dans des temps relativement courts. L'évaluation du transport solide est donc un paramètre essentiel à la caractérisation du risque inondation.

Par ailleurs, les dernières évolutions réglementaires, notamment l'arrêté modificatif du 30 septembre 2019 précisant le plan de l'étude de dangers des digues organisées en systèmes d'endiguement, confirment cette exigence par l'intégration des spécificités liées aux crues torrentielles par rapport à l'autorisation des ouvrages conçus ou aménagés en vue de prévenir les inondations.

L'article 11 de l'arrêté du 7 Avril 2017, définit notamment le niveau de protection « [...] associé à un système d'endiguement, est précisé par un niveau maximal atteint par le niveau des eaux ou par un débit maximum du cours d'eau »

En contexte torrentiel, pour la définition du niveau de protection d'un ouvrage, la détermination des caractéristiques hydrauliques lors du passage d'une crue (débit liquide, hauteur d'eau, etc.) ne semblent pas suffisant pour retranscrire le risque inondation. En effet, pour un même débit liquide, en fonction du débit solide charrié pendant la crue et de leur redistribution spatiale lors de la décrue, les risques de débordements peuvent présenter de fortes variations.

Dans ce sens, l'arrêté modificatif du 30 septembre 2019 a apporté un assouplissement de la définition et la justification du niveau de protection pour les contextes spécifiques en proposant l'intégration « d'autres paramètres observables [...] pour caractériser le niveau de protection, lorsqu'il n'est pas possible de préciser quantitativement le risque résiduel de rupture ».

Ce besoin d'intégration quantitative du débit solide dans l'analyse réglementaire du niveau de protection d'un système d'endiguement est par ailleurs régulièrement mis en avant par les gestionnaires de ce type d'ouvrage. Ce résumé a pour objectif de présenter une méthodologie réalisée sur le torrent des eaux chaudes, affluent de la Bléone, à Digne-les-Bains.

2. Analyse des paramètres morphodynamiques

En 2019, SCE s'est attaché à développer une méthodologie de diagnostic morphodynamique des rivières soumises à des aléas morphodynamiques torrentiels, dont le torrent des Eaux Chaudes. Ce mode opératoire repose sur l'étude de plusieurs paramètres principaux permettant de quantifier ou à qualifier les phénomènes mis en jeu :

- Implantation historique des ouvrages par rapport à l'évolution de l'emprise des cours d'eau selon les dimensions latérales et verticales ;
- Evaluation de la granulométrie et du niveau de colmatage du substrat, ainsi que des apports solides disponibles ;
- Evaluation des capacités de charriage du cours d'eau et des volumes de matériaux transités ;
- Quantification des forces érosives en crues issue d'une modélisation hydraulique 2D du lit vif du torrent.

L'analyse de ces paramètres nous a permis de contextualiser les tendances morphométriques actuelles du torrent, puis de déterminer, avec plus de précisions, les risques de débordements associés à une situation pénalisante en termes de transit sédimentaire.

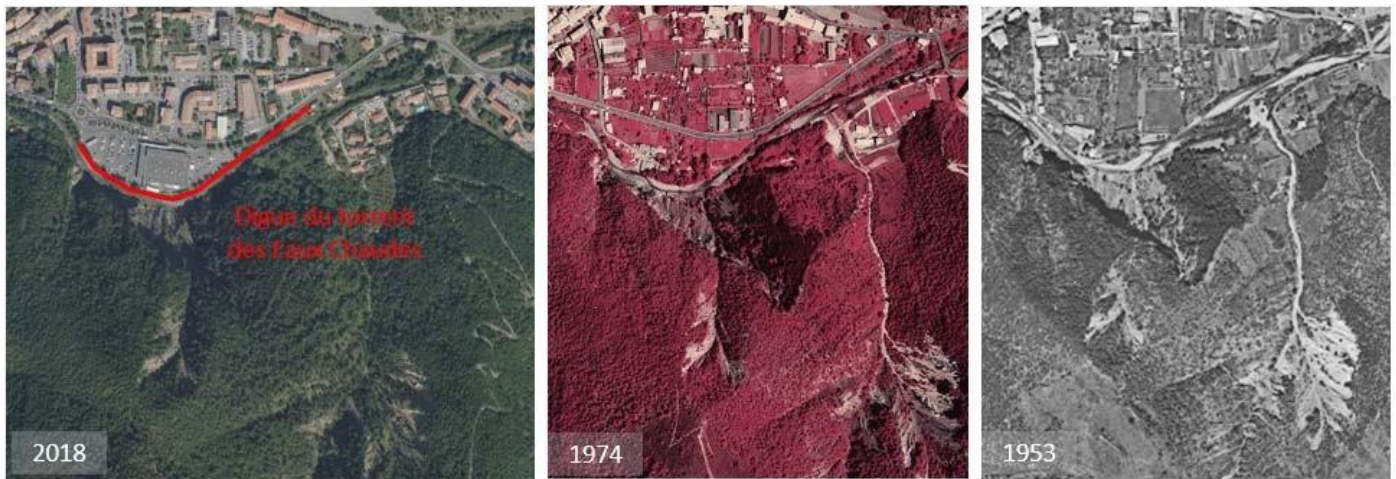


Figure 1 : Extrait de l'analyse diachronique du torrent et des sources d'apport solides au droit de la digue

3. Résultats obtenus

L'analyse diachronique du tracé du cours d'eau a mis en évidence la localisation de l'ouvrage dans l'emprise de mobilité historique du cours d'eau. Couplés aux observations de terrain, ces éléments ont également permis de cibler les désordres érosifs (incision du lit, déchaussement d'ouvrage, etc.) sensibles en lien avec l'emprise d'équilibre du torrent.

L'analyse par sous-tronçon homogène, permet de mettre en évidence au droit de la digue du torrent des eaux Chaudes les capacités de charriage moyennes (LEFORT 2007, RICKENMANN, RECKING 2008) du cours d'eau comprises entre 15 000 m³ à 40 000 m³ pour une crue centennale. Cette analyse a également permis de d'établir un accroissement d'amont vers l'aval des capacités de transit du torrent, induisant une tendance locale au transfert de la charge solide vers l'aval, favorisant l'activité érosive. Ces résultats confirment ainsi les observations de terrain.

Au sein du secteur étudié, deux sous-tronçons à moindre capacités ont néanmoins été relevés comme plus sensibles aux phénomènes de dépôts de matériaux lors des décrues. Pour mieux comprendre ce phénomène, un bilan de stockage de matériaux au droit de la digue a été réalisé en retenant des hypothèses pénalisantes à savoir des apports solides en amont suffisants et une rétention totale au droit du sous-tronçon ayant les plus faibles capacités de transit.

Sur la base de ces hypothèses, le profil en long post-crue du fond du lit a été modifié pour tenir compte des exhaussements associées aux dépôts de matériaux aux droits des sous-tronçons les plus sensibles estimés à :

- 0,25 m à 0,55 m pour une crue Q5 ;
- 0,50 m à 0,85 m pour une crue Q50 ;
- 0,25 m à 0,75 m pour une crue Q10 ;
- 0,80 m à 1,0 m pour une crue Q100.

Sur la base de ce nouveau profil, de nouvelles modélisations hydrauliques du torrent ont été conduites pour quantifier l'évolution des principales caractéristiques physiques des écoulements au droit du système d'endiguement (niveaux d'eau, débits, forces tractrices) avec ou sans prise en compte du transport solide. L'analyse des données a pu mettre en exergue une faible évolution pour des occurrences de crues fréquentes (<Q10) et des évolutions assez importantes pour des occurrences de crues rares à exceptionnelles.

Dans notre cas de figure, les niveaux de protection étant relativement bas pour le système d'endiguement en l'état actuel (Q10), le niveau de protection final du système ne se sont pas vu modifier par cette analyse.

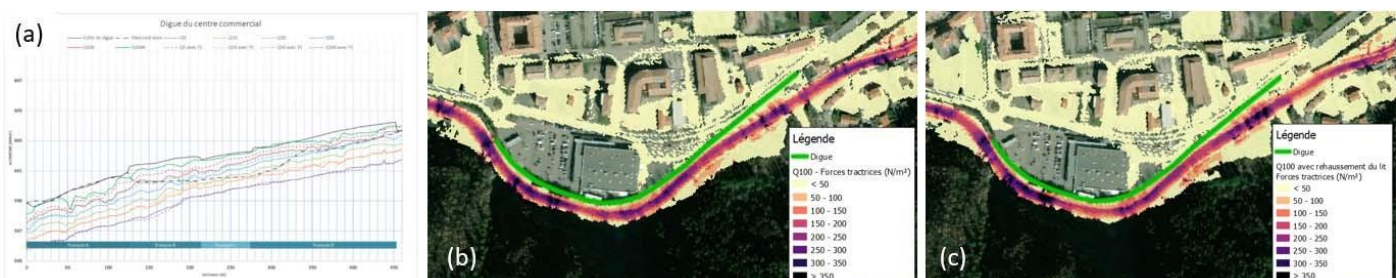


Figure 2 : Analyse comparative du profil en long et des lignes d'eau (a) et des forces tractrices pour la situation actuelle (b) et avec l'intégration d'un risque de rehaussement (c) du lit associée au transport solide