



**HAL**  
open science

## Rôle des effondrements karstiques dans les désordres survenus sur les digues de Loire

Philippe Gombert

► **To cite this version:**

Philippe Gombert. Rôle des effondrements karstiques dans les désordres survenus sur les digues de Loire. Rapport Scientifique INERIS, 2014, 2013-2014, pp.45-46. ineris-01869504

**HAL Id: ineris-01869504**

**<https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-01869504>**

Submitted on 6 Sep 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Philippe  
GOMBERT

# RÔLE DES EFFONDREMENTS KARSTIQUES DANS LES DÉSORDRES SURVENUS SUR LES DIGUES DE LOIRE

La vallée de la Loire est principalement protégée des crues par des « levées », digues construites avec les matériaux alluviaux sablo-argileux en place. Elles reposent sur quelques mètres d'alluvions qui, sur un linéaire cumulé d'environ 200 km tout au long de la vallée de la Loire, surmontent un substratum calcaire potentiellement karstique. C'est notamment le cas du Val d'Orléans qui se trouve à la confluence entre la Loire et le Loiret. Du fait d'une configuration hydrogéologique spécifique, il existe dans cette zone de nombreux conduits souterrains reliant les pertes de la Loire aux sources du Loiret, distantes d'une quinzaine de kilomètres. Ces conduits karstiques passent donc pour la plupart sous les digues de la Loire. Dans le Val d'Orléans, 63 000 personnes habitent dans une zone potentiellement inondable qui s'étend sur près de 40 km de longueur et jusqu'à 7 km de largeur. Elles sont protégées par des digues atteignant 6 mètres de hauteur et datant, pour

certaines, du Moyen Âge. Du fait de leur longue histoire, ces digues ont déjà subi plusieurs ruptures. Ainsi, lors des crues centennales du XIX<sup>e</sup> siècle, 35 ruptures de digues ont engendré des inondations catastrophiques du Val d'Orléans. La dernière crue centennale de la Loire datant de 1866, il est toutefois difficile d'apprécier aujourd'hui le comportement de ces digues lors de la prochaine crue majeure et notamment d'estimer le rôle potentiellement aggravant du karst dans le risque de rupture. Ainsi, lors de la récente étude de dangers des levées de Loire, l'aléa « effondrement karstique » a été jugé suffisamment sérieux pour qu'un groupe de travail soit lancé sur ce sujet par la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) Centre, gestionnaire de l'ensemble des digues de ce fleuve. En effet, les dégâts estimés en cas d'inondation majeure du Val d'Orléans seraient de l'ordre du milliard d'euros.

## Références

Gombert P., Orsat J., Mathon D., Alboresha R., Al Heib M., Deck O., 2014. Rôle des effondrements karstiques sur les désordres survenus sur les digues de Loire dans le Val d'Orléans (France). *Bull Eng Geol Environ*, DOI 10.1007/s10064-014-0594-8.

Gombert P., Bouzeman M., Al Heib M., Deck O., Alboresha R., Mathon D., 2014. Caractérisation de l'aléa « effondrement karstique » dans le Val d'Orléans (Loiret) et risque d'instabilité des digues de la Loire. *24e Réunion des Sciences de la Terre*, 27 au 31 octobre 2014, Pau.

### Figure 1

Exemples de désordres subis par les digues de Loire dans le Val d'Orléans

Crédit photo : DREAL Centre



a Jargeau, 2006



b Sandillon, 2008



The Loire Valley is protected from flooding by « levees » (dikes) constituted by sandy clay materials. They are based on alluvium that may overlay a karstifiable limestone bedrock, as in the Val d'Orléans. This 40 km long and up to 7 km wide area is located in the central part of the Loire valley. More than 580 karstic collapses have been recorded here. Some of them have already damaged road infrastructures, houses and dikes. 35 breaches appeared during major floods in the 19<sup>th</sup> century, leading to catastrophic floodings. INERIS takes part in a working group devoted to characterization of the karst collapse hazard. Diameter is a relevant criterion for the intensity of this geohazard: most collapses are less than 3 m in diameter but some of them are larger than 10 m. Their probability is not easy to calculate because the date of old collapses is not known precisely. The knowledge of predisposal factors is therefore a best approach: influence of local density of old collapses, thickness and nature of alluvium, distance from the Loire, extremal conditions (frost, snow, heavy rain, flood, low ground water table, etc.). Research is ongoing to characterize the mechanism of karst collapse: roof collapse of a karst void, emptying of a sandy karst cavity, suffosion inside alluvium, etc.

➔ L'INERIS a participé à ce groupe de travail en mettant à jour la base de données existante et en proposant plusieurs mécanismes de formation de fontis karstiques. Le premier travail a permis de recenser 580 fontis, dans le Val d'Orléans. Certains d'entre eux ont déjà créé des dégâts dans les infrastructures routières, les bâtiments de surface et quelques tronçons de digues **Figure 1**. Le second travail a identifié plusieurs mécanismes pouvant expliquer la survenue de fontis d'origine karstique, susceptibles d'affecter significativement une digue : il se base sur une analyse bibliographique montrant que ce phénomène est également signalé à l'étranger (Moyen-Orient, Chine, États-Unis...) dès lors que le substratum karstique est recouvert de quelques mètres de formations à dominante sableuse. Les principales questions qui se posent concernent la quantification de l'intensité et de la probabilité de cet aléa, ainsi que le

rôle aggravant potentiellement joué par le fleuve (notamment lors d'une crue majeure). Sur le plan de l'intensité du phénomène, la majorité des fontis du Val d'Orléans mesure moins de 3 mètres de diamètre en surface mais 11 % d'entre eux dépassent 10 mètres, le maximum avéré étant de 18 mètres (Saint-Pryvé-Saint-Mesmin, 2010) **Figure 2**. En ce qui concerne leur probabilité de survenue, on note – depuis deux siècles – une moyenne de 3 fontis par an avec des années exceptionnelles comme 2013 (16 fontis). Cependant, il semble y avoir une accélération du phénomène depuis une dizaine d'années, avec au moins un fontis par an touchant une digue – la question d'une éventuelle relation avec le changement climatique en cours est d'ailleurs posée. La datation des anciens fontis n'étant pas assez fiable pour pouvoir calculer une véritable probabilité d'occurrence, l'Institut a plutôt cherché à estimer des facteurs de prédisposition à l'aléa « effondrement karstique ». Les facteurs

ainsi mis en évidence sont la densité locale d'anciens effondrements, l'épaisseur et la nature des alluvions, la proximité du tracé de la Loire, ainsi que les conditions hydroclimatiques extrêmes (gel, neige, fortes pluies, crues, étiages...) Cependant, le mécanisme d'effondrement karstique à l'origine de la plupart de ces fontis n'est pas encore connu : rupture du toit d'une cavité karstique, vidange de poches karstiques remplies de sables, suffosion au sein des alluvions (mobilisation de particules limono-argileuses au sein du squelette alluvial sablo-graveleux), etc. Des travaux sont donc en cours pour caractériser ce phénomène, notamment dans le cadre du programme de recherche EREVAN de l'INERIS « Évaluation et réduction de la vulnérabilité des biens exposés aux aléas naturels et miniers » ou au sein du groupe de recherche MeGe « Couplages multiphysique et multi-échelle en mécanique géo-environnementale » dont l'INERIS est membre.

**Figure 2**

Localisation des fontis et des ruptures de digues dans le Val d'Orléans

