



**HAL**  
open science

## Évaluation des dommages liés aux mouvements de terrain sur les structures en maçonnerie

Jean-Bernard Kazmierczak, Marwan Alheib

► **To cite this version:**

Jean-Bernard Kazmierczak, Marwan Alheib. Évaluation des dommages liés aux mouvements de terrain sur les structures en maçonnerie. Rapport Scientifique INERIS, 2016, 2015-2016, pp.34-35. ineris-01869622

**HAL Id: ineris-01869622**

**<https://ineris.hal.science/ineris-01869622>**

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.

# ÉVALUATION DES DOMMAGES LIÉS AUX MOUVEMENTS DE TERRAIN

## sur les structures en maçonnerie

### RÉFÉRENCES

Thèse de Huu Luyen NGHIEM:  
*Évaluation des dommages induits  
par des mouvements de terrain sur  
des structures en maçonnerie à  
l'aide de la modélisation physique*  
- Thèse de doctorat. Université de  
Grenoble, 24/03/2015  
NGHIEM, Luyen; AL HEIB,  
Marwan; EMERIAULT, Fabrice  
- *Method based on digital  
image correlation for damage  
assessment in masonry  
structures* - Engineering  
Structures, 2015, 86: p. 1-15

Chaque année, les risques de mouvements de terrain associés aux phénomènes de retrait-gonflement des argiles, aux affaissements et effondrements de cavités souterraines d'origine anthropique ou de dissolution naturelle, et aux glissements de pente, frappent de nombreux territoires et gestionnaires d'infrastructures, endommageant des réseaux de transports ou de communications, des ouvrages d'art ou collectifs (bâtiments) ainsi que de nombreuses habitations individuelles. Source d'un préjudice considérable, ces risques constituent, après les inondations, le second poste d'indemnisation au titre des catastrophes naturelles. Dans la catégorie des maisons individuelles, les

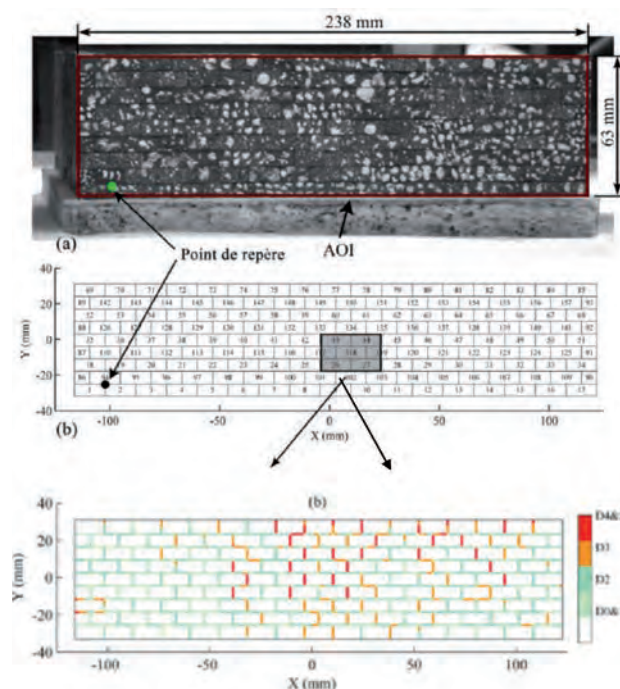
structures en maçonnerie représentent une proportion importante des ouvrages impactés car leur composition les rend particulièrement vulnérables aux mouvements de terrain.

### Améliorer la connaissance de l'interaction sol-structure

Pour évaluer les effets induits par ces mouvements de sol sur ce type de structure, plusieurs méthodes sont utilisées de manière combinée pour permettre d'aller plus loin dans l'évaluation des risques: la modélisation numérique, l'essai in situ à échelle réelle et la modélisation physique à échelle réduite. C'est

### FIGURES

**Fig1** Simulateur de mouvements de terrain et zoom sur la partie pilotage des mouvements



**Fig2** Vue de l'assemblage des blocs de maçonnerie et du traitement pour identification de la distribution des fissures dans le mur

cette dernière option sur laquelle l'INERIS a mis l'accent ces dernières années en développant une plateforme d'essais capable de fonctionner à des échelles de 1/10<sup>e</sup> à 1/40<sup>e</sup>. Cette plateforme permet de simuler physiquement différents types de mouvements de terrain et leurs impacts sur des maquettes de structure d'habitation.

Un travail de thèse a contribué à l'amélioration de la connaissance sur l'interaction sol-structure en développant notamment des méthodes d'évaluation des dommages. Les travaux ont été menés en s'appuyant sur le simulateur de mouvements de terrain sous gravité terrestre (1 g) qui se présente sous la forme d'une cuve rectangulaire de 3 m x 2 m de côté et de 2 m de hauteur utile, avec une partie inférieure dédiée à la génération des mouvements (**Fig1**).

Le terrain utilisé est un sable de Fontainebleau qui présente les propriétés adéquates pour ce type d'essais (cohésion faible). La fondation de la structure est produite à l'aide d'un moulage à base de silicone liquide. Les murs en maçonnerie sont, quant à eux, constitués d'un assemblage de petits blocs en bois (**Fig2**).

Pour mesurer les champs de déplacement du sol et de la structure, une technique de corrélation d'images numériques (DIC) est utilisée. Elle permet de s'affranchir des limites imposées par les méthodes conventionnelles basées sur les indicateurs de dommages de type abaques. Un nouvel outil a ainsi été développé, basé sur le modèle d'interaction sol-structure de Winkler qui permet d'identifier les modes de rupture dans la structure. Pour y parvenir, le problème est résolu par une méthode inverse basée sur les efforts internes.

Le modèle physique développé a par ailleurs été amélioré pour identifier et visualiser la position et l'écartement des fissures dans la maçonnerie. Le principe général réside dans l'utilisation d'un système d'éléments distincts pour calculer les mouvements des blocs. Par ce moyen, l'identification et la quantification des positions et des amplitudes de fissures deviennent aisées. Ce système permet d'assurer une reproduction réaliste des fissurations (**Fig2**). Sur cette base, un nouvel indicateur de dommages corrélé à la longueur, l'épaisseur et le chemin

de fissuration a pu être proposé. La méthode tient également compte de l'incertitude des mesures déterminée par un calcul d'erreurs sur les déplacements basés sur la méthode de Monte-Carlo.

L'avantage des modèles expérimentaux à échelle réduite est de pouvoir réaliser de nombreux essais pour un coût maîtrisé par rapport à ceux menés à échelle réelle. Plusieurs configurations ont donc pu être étudiées autour des paramètres principaux suivants :

- La présence ou l'absence d'ouverture (fenêtres) dans les murs, ainsi que leur nombre.
- La présence ou non de murs de renfort internes à l'habitation.
- La position relative de l'habitation par rapport à celle du mouvement de terrain (centré, en façade latérale ou sur un angle).
- L'amplitude du mouvement de terrain.

Les structures ont été sollicitées jusqu'à des niveaux d'endommagement élevés (**Fig3**) afin de mettre à l'épreuve les outils développés.

Les méthodes et outils développés ont été appliqués à ces différents cas de figure et ont permis une évaluation du niveau des dommages basée sur un indicateur qui a pu être simplifié (longueur de fissures). Celui-ci

## TRANSLATION

This research concerns the development of tools and methods to improve the quantification of the damage induced by ground movements on masonry residential structures. It is based on the use of a simulator for ground movement under natural gravity (1g), developed by the research team. The works include the development of an image analysis method to characterize large deformation, cracks, location, length and aperture. An algorithm calculates a level of damage calibrated with classifications based on visual assessments. The methodology has been applied to several scenarios in order to ensure its efficacy and reproducibility at low scale.

s'est avéré pertinent en comparaison aux méthodes plus conventionnelles.

Pour être tout à fait opérationnel, ce nouveau mode d'évaluation des dommages reste désormais à tester sur des ouvrages en maçonnerie à échelle réelle.

## FIGURES

**Fig3** Vue de dessus de l'état de la structure soumise à 2 amplitudes de mouvement en façade et sur un angle

