Estimation des dommages pour les conduites souterraines suite aux séismes

SOULIMANE ilyas [1], AMEUR mourad [1]

[1] RISAM Research Laboratory, Faculté de Technology,

Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, Algérie

s-ilyes@hotmail.fr

RÉSUMÉ. *L'estimation du risque sismique pour les conduites enterrées est très importante pour la sécurité de la population, puisqu'elles transportent des matières inflammables, ces conduites représentent des structures continues. Cette vulnérabilité se mesure par le taux de réparation RR (Repair Rate) qui traduit le nombre de réparations par kilomètre suite à un séisme.*
L'objectif de ce papier est de proposer une relation de dommage des conduites enterrées noté RR à partir des équations de prédiction de mouvement de sol (GMPE) ayant pour limite de validité la magnitude de moment entre 5 et 7.5, la distance Joyner & Boore allant jusqu'à 100 kilomètres et la prise en compte de l'effet de site. Ce travail consiste à utiliser les modèles d'estimations de dommages des conduites enterrées par l'un des paramètres de mouvement de sol à l'issu de nombreux séismes enregistrés. Les résultats obtenus montrent que la méthodologie développée conduit à des résultats intéressants.

ABSTRACT. *The seismic risk estimate for buried pipelines is very important for the safety of the population because they carry flammable materials, these pipes represent continuous structures. This vulnerability of pipelines is measured by RR (Repair Rate) which reflects the number of repairs per kilometer following an earthquake.*

The objective of this paper is to propose a damage relation of the buried pipes noted RR from the Ground Motion Prediction Equations (GMPE) having for limit of validity the magnitude of moment between 5 and 7.5, the distance of Joyner & Boore up to 100 kilometers and taking into account the site effect. In this work, we used models of damage estimates of the buried pipes by one of the ground motion parameters from many recorded earthquakes. The results obtained show that the methodology developed leads to interesting results.

MOTS-CLÉS : *Conduite enterrées- vulnérabilité sismique- accélération maximale du sol (PGA), vitesse maximale du sol (PGV), taux de réparation RR.*

KEY WORDS: *Buried pipe- Seismic vulnerability- peak ground acceleration (PGA), peak ground velocity (PGV), repair rate RR.*

1. Introduction

Notre étude a pour objectif de mettre en évidence une relation de dommage des conduites à travers le paramètre Repair Rate (RR) (ou Taux de Réparation). Les détails concernant cette méthode seront développés dans ce qui suit. L'approche actuellement utilisée pour l'ensemble de ces méthodes va permettre de mettre en évidence la problématique posée dans le présent travail de recherche.

2. Historique d'estimation du dommage des conduites enterrées

Le rapport entre les dommages des conduites enterrées et les paramètres d'intensité des mouvements du sol a été étudiée depuis le milieu des années 1970. Dans la littérature on trouve une liste détaillé concernant les modèles mis en place pour la détermination du RR en fonction du GMP (Ground Motion Parameters). [Bal 90] [NYM 84] [TOP 07] [PIT 14]

3. Analyse critique des modèles d'estimation du paramètre RR

3.1 Disparité des valeurs de RR à partir d'une même GMPE

Les études abordées dans la section précédente montre clairement que les résultats des estimations de RR varient d'une approche à une autre quel que soit le paramètre de prédiction considéré à sa voir PGA, PGV, MMI ou autres.

La figure 1 donne un aperçu sur cette disparité d'estimations [TRO 04]. Dans certains intervalles des GMPE, les valeurs de RR sont très proches et pour d'autres les valeurs divergent en fonction des approches de prédiction utilisées. Les flèches renvoient à la limite d'applicabilité d'une relation donnée, approximée à partir de la connaissance de l'ensemble de données dont elle provient.

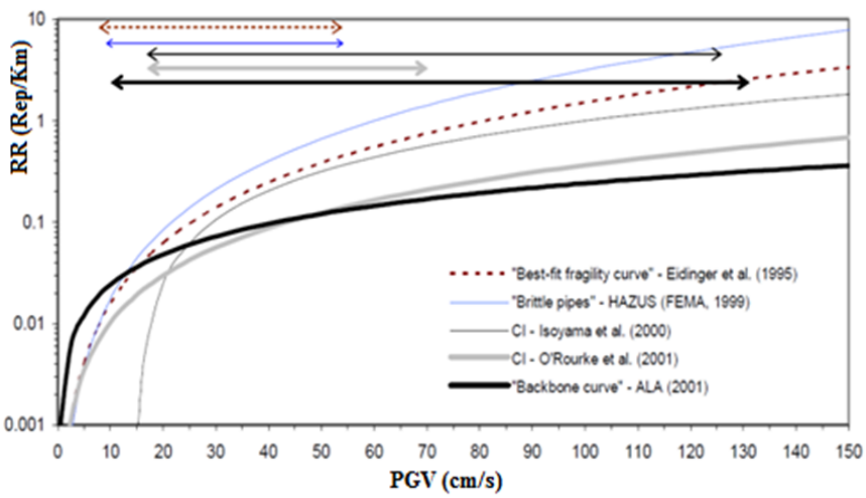


Figure. 1 : *Comparaison des taux de réparations en fonction du PGV*

4. Problématique

A la lumière de ce qui précède, il s'avère clairement qu'on cherche un consensus autour de la meilleure méthode d'estimation du RR, étant donné qu'il existe un nombre considérable de corrélation et que certains auteurs ont pour la même base de données établie plusieurs relations. [EID 01] Le point commun entre les différentes méthodes d'estimation du RR réside dans le fait que les résultats sont fonction d'un GMP. La question qu'on se pose est donc, pour un GMP donné, quelle relation doit-on utiliser ? En effet, cette dernière requiert des données pour l'identification d'une relation. [SOU 15] L'objectif principal du présent travail de recherche vise à mettre en place une relation de dommages globale liés aux conduites souterraines sans la considération du type de matériaux ni les diamètres des conduites ou types de joints et cela on considérant le paramètre PGV comme indicateur de mouvement de sol.

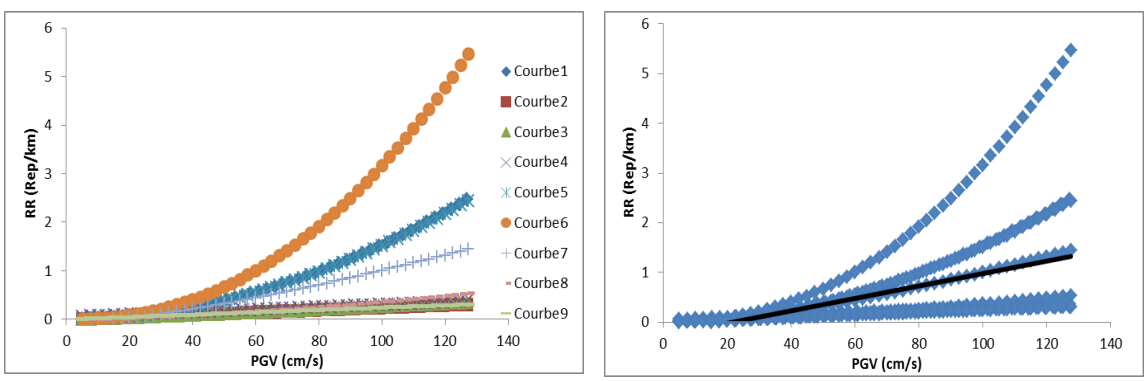
5. Présentation des résultats

Le travail consiste à prendre toutes les équations de prédiction de dommages des conduites enterrées en fonctions d'un seul paramètre de mouvement de sol à savoir PGA, PGV, MMI ou autres. Dans cette étude seulement les relations qui sont fonctions de PGV seront étudiées ; Pour une raison de collecte d'un maximum d'équations des taux de réparations des conduites nous avons considéré des relations présentant le taux de dommages avec différentes unités pour les RR à savoir (Rep/Km), (Rep/1000 pieds)… et pour les PGV (cm/s), (inch/sec)… Nous avons bien entendu fait les conversions nécessaires afin d'obtenir une compatibilité concernant les résultats.

Le tableau 1 présente les relations proposées par un nombre d'auteurs liés aux numéros de courbes représenté dans la figure 2 (a), par la suite toutes ces relations sont considérées comme une seule équation sous forme de nuage de points via la figure 2 (b), afin de tracer une courbe de tendance linéaire, de puissance ou polynomiale en fonction de l'allure du nuage de points qui représente notre base de données globale.

Tableau 1. *Relations de dommages de conduites en fonction de PGV*

N° de la courbe	Auteurs (Enquêteurs)	RR= f(PGV)
1	Eidinger et autres (1995)	3.2*10-4*PGV1.98
2	"ALA" Eidinger, J. et al. (2001)	0.00187*PGV
3	"ALA" Eidinger, J. et al. (2001)	0.00108*PGV1.173
4	"ALA" Eidinger, J. et al. (2001)	0.01427+0.001938*PGV
5	Eidinger et autres (1998)	0.0001658*PGV1.98
6	O'Rourke et Ayala (1993)	0.0001*PGV2.25
7	Isoyama et autres (2000)	3.11*10-3*(PGV-15)1.3
8	O'Rourke et autres (2001)	e1.55*ln(PGV)-8.15
9	"ALA" Eidinger, J. et al. (2001)	0.002416*PGV



(a) (b)

Figure 2. *Taux de dommages des conduites pour différents auteurs en fonction de PGV*

Ceci dit que le choix du type de régression est fait suivant le coefficient de corrélation afin d'avoir un minimum d'incertitudes. Pour notre cas nous avons choisi une courbe de tendance de type linéaire qui est la suivante :

$$y = 0.0125*x - 0.27 \quad [1]$$

Cette forme nous a permis de proposer une relation de dommage des conduites générale, avec le RR qui représente le nombre de réparation par kilomètre de conduites et le PGV en cm/s :

$$RR = 0.0125(PGV) - 0.27 \quad [2]$$

L'écart type pour ce modèle est de l'ordre de 0.52. Cette incertitude est relativement plus petite par rapport à d'autres résultats obtenus dans des études antérieurs. Il est possible de prendre en considération les incertitudes relatives aux taux de réparations et des GMPE. [SOU 17] Nous avons obtenus d'autres relations de dommage avec des écarts type plus élevé.

6. Conclusion

Ce travail nous a permis de mettre en évidence une méthode classique d'estimation de la vulnérabilité des conduites à travers le paramètre RR en utilisant un seul paramètre de mouvement de sol (PGV). L'analyse critique de l'approche actuellement utilisée pour cette méthode ne prend pas en compte l'incertitude inhérente des GMPE. De plus l'utilisation d'autres formules d'estimation de la vulnérabilité des conduites peut pertinemment diminuer l'incertitude du modèle. Ces deux points vont sûrement influencer la variation du RR.

7. Perspectives

Ces études permettent de faire des estimations de dommage des conduites sans avoir recours à des études préalables pour le choix d'une des relations d'estimation du RR disponible dans la littérature. Plusieurs améliorations peuvent être envisagées. On commencera par la nécessité d'incorporer le type de conduites. On pourra par ailleurs penser à établir une base de données qui servira à identifier le RR directement à partir des données sismiques et de site en utilisant les réseaux de neurones. Proposition d'autres relations d'estimation de RR en utilisant les déplacements et les accélérations du sol (PGD et PGA).

8. Références

[EID 01] Eidinger, J. et al. (2001). Seismic fragility formulations for water systems, Part 1 - Guideline. American Lifelines Alliance, G&E Engineering Systems Inc.

[NYM 84] Nyman, D. J. (1984). Guidelines for the Seismic Design of Oil and Gas Pipeline Systems. American Society of Civil Engineers, New York, 473 p., with the ASCE Committee on Gas and Liquid Fuel Lifelines, D. J. Nyman, Principal Investigator.

[SOU 17] Soulimane, I. et Zendagui, D. (2017). Assessing Earthquake Damage For Gas Distribution Networks: Uncertainty Analysis Application In Tlemcen (Algeria). International Journal of Geomate 12(29): 171-177.

[SOU 15] Soulimane, I., Zendagui, D. et al (2015) Influence des modèles d'atténuation sur l'estimation du risque sismique associés aux conduites. Colloque national AFPS 2015, Champs-sur-Marne (France).

[TOP 07] Toprak, S. et Taskin, F. (2007). Estimation of earthquake damage to buried pipelines caused by ground shaking. Natural hazards 40(1): 1-24.

[BAL 90] Ballantyne, D. B. Earthquake loss estimation modeling of the Seattle water system, Report to the U.S. Geological Survey, Federal Way, WA. 1990

[PIT 14] Pitilakis, K., Crowley, H. et al. SYNER-G: Typology definition and fragility functions for physical elements at seismic risk: buildings, lifelines, transportation networks and critical facilities, Springer Science & Business Media. 2014

[TRO 04] Tromans, I. J. Behaviour of buried water supply pipelines in earthquake zones, PhD thesis, Imperial College London. 2004