

# Solution pour améliorer la maintenance des ponts

DAO Duy Lam<sup>1</sup>, NGUYEN Viet Trung<sup>1</sup>, NGUYEN Quang Huy<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ecole Supérieure de Transport et de Communication, Hanoi, Vietnam, daoduylam@utc.edu.vn

<sup>2</sup> INSA de Rennes, France

---

*RÉSUMÉ. BHMS (Système de surveillance des ponts) est un nouvel outil efficace pour surveiller et évaluer les états des structures régulièrement et en permanence qui comprend des outils de diagnostic pour les structures de pont, combiné avec des équipements de surveillance météorologique et de surveillance du trafic pour collecter un grand volume de résultat pour l'état actuel, à analyser des informations significatives pour la maintenance des ponts. Bien que le domaine de BHMS soit toujours difficile dans le monde entier, les systèmes de réalité BHMS ont été installés dans plusieurs ponts à haubans principaux (maintenant disponibles dans plus de 10 ponts) au Vietnam avec des problèmes remarquables. Cet article aide à évaluer la situation actuelle au Vietnam et montre les solutions pour résoudre ces problèmes et améliorer l'efficacité de l'utilisation de BHMS dans les travaux de maintenance pour la durabilité et la longévité de pont.*

*ABSTRACT. Abstract: BHMS (Bridge Health Monitoring System) is a new effective tool to monitor and evaluate the structures regularly and continuously which includes diagnostic devices for bridge structures, combined with weather monitoring equipment and traffic monitoring to help collect a big volume of data for the actual state with the ability to analyse into meaningful information for bridge maintenance. Although the field of BHMS is still challenging worldwide, BHMS reality systems have been installed in several major cable-stayed bridges (now available in more than 10 bridges) in Vietnam with remarkable problems. This article helps to assess the current situation in Vietnam and show the solutions to solve these problems and to improve the efficiency of BHMS use in maintenance work for durability and longevity of bridge.*

*Keywords: Bridge Health Monitoring System; bridge maintenance in Vietnam; longevity.*

*MOTS-CLÉS: Systèmes de surveillance des ponts, maintenance des ponts, durabilité*

*KEY WORDS: Bridge Health Monitoring System, bridge maintenance in Vietnam, durability*

---

## 1. Introduction

Un objectif final de BHMS pourrait être un administrateur de pont qui soutiendrait pour augmenter la sécurité, assurer la longévité des ponts et optimiser les activités de gestion et de maintenance. Cependant, comment appliquer efficacement BHMS est également une chose importante, nous pouvons recevoir beaucoup d'informations de BHMS, mais pour l'analyse des données et ensuite pour l'estimation du comportement, l'identification du point d'inspection et la ré-conception de la structure ne sont pas simples.

BHMS au Vietnam a récemment été intéressé, presque dans les projets de pont haubanés à longue portée, les BHMS ont été conçus et installés au Vietnam par de nombreux consultants différents avec des équipements étrangers d'entreprises étrangères, la qualité et le prix sont également différents. En effet, les objectifs et le niveau de surveillance (maximum ou minimum) ne sont pas clairs donc certains BHMS installés avec de nombreux capteurs (éventuellement au maximum) mais l'effet n'a pas été aussi bon que prévu (DRVN 2015, Dao 2015).

Cet article évaluera la situation actuelle au Vietnam et montrera les solutions pour résoudre ces problèmes et améliorer l'efficacité de l'utilisation de BHMS dans les travaux de maintenance pour la durabilité et la longévité du pont.

## 2. Situation actuelle du BHMS au Vietnam

Il y a plus de 10 projets des ponts haubanés au Vietnam qui ont été installés BHMS (DRVN 2015, Dao 2016, BHMS VN) tel que le pont Bai Chay (système en cours de construction par Shimizu mais non opérationnel, nouveau système désigné par TEDI et installé par ADVITAM); Pont Rach Mieu (BHMS par VSL et TEDI installés pour la période de construction); Can Tho Bridge (BHMS dessiné par Chodai et installé par NTT Data); Binh Bridge, Haiphong (IHI, Chodai avec VSL et sous-traitant VITEC Engineering pour la conception et l'installation); Pont Rao II, Haiphong (MTH et Savcor pour l'installation), ....



Élément de mesure	Pont Binh	Pont Bai Chay	Pont Can Tho	Situation (2017)
6) Capteurs dynamiques pour câble	2 dispositifs	4 dispositifs	8 dispositifs	normalement
7) Cellule de charge pour câble	-	6 dispositifs	-	normalement
8) Équipement dynamique mobile	-	-	3 dispositifs	normalement
<b>D. Station de BHMS</b>	1	1	1	normalement

Il y a 05 niveaux d'information de surveillance (DRVN 2015, Hoang 2015, Webb 2014) auxquels un BHMS peut participer : Niveau 1 pour la détection d'anomalies ; Niveau 2 pour les études de déploiement de capteurs ; Niveau 3 pour la validation du modèle ; Niveau 4 pour la vérification du seuil ; Niveau 5 pour la détection des dommages (mais très difficile et toujours une question, Wenzel 2015).

### 3. Solutions pour améliorer l'efficacité du BHMS dans la maintenance

Afin d'être compatible avec les conditions, les règles de gestion, le but de l'utilisation de BHMS au Vietnam, la classification du BHMS devrait être la suivante :

#### *Grade A: BHMS pour contrôler l'état limite*

Cela correspond à un niveau d'information de 3 ou 4. Le Grade A est également capable d'atteindre le niveau 5 sous certaines conditions. Le grade A s'applique aux ponts spéciaux et importants (selon la classification des travaux publics au Vietnam) ou en cas d'exigences particulières. Le nombre minimal de capteurs de BHMS requis peut être basé sur les éléments de la vérification en fonction des états limites.

La solution pour améliorer le BHMS au Vietnam au grade A est présentée dans le Tableau 2.

#### *Grade B: BHMS pour les avertissements anormaux*

Ce type correspond au niveau d'information 1 ou 2. Le grade B ne doit être utilisé que dans le cas d'un pont de second niveau ou dans le cas où seules certaines valeurs de surveillance du comportement structural sont requises. La classe B ne nécessite qu'une installation minimale du capteur, dans les positions les plus défavorables de la structure (force interne maximale, contrainte, déplacement, etc.) pour émettre rapidement des avertissements des valeurs autorisées. Dans certains cas, le grade B peut également être appliqué au pont spécial et important en raison des difficultés économiques ou des conditions réelles du projet d'investissement divergent, mais il est nécessaire d'assurer la capacité de valorisation au niveau A à l'avenir.

De plus, les services de maintenance et de réparation (certains BHMS) sont assez difficiles avec un fournisseur étranger, alors que les unités de gestion des ponts manquent de capacité et d'expérience pour les tâches de maintenance, notamment l'analyse et l'interprétation des résultats.

Les résultats collectés à partir de BHMS doivent être correctement traités en fonction de leurs caractéristiques à partir des statistiques brutes avec des rapports quotidiens, hebdomadaires, mensuels et annuels. Les résultats doivent être collectés en temps réel et par événement. Les résultats doivent être transférés à un centre de gestion du traitement (pour le contrôle du seuil avec le grade A et les avertissements anormaux avec le grade B). La valeur d'avertissement peut être déterminée en fonction du calcul, du test de chargement et des résultats en temps réel. Le modèle de calcul doit être mis à jour pour vérifier le seuil et pour soutenir et améliorer le travail de maintenance.

Des scénarios de problèmes d'incidents potentiels doivent être élaborés afin d'optimiser la maintenance et de minimiser les dommages. L'opération doit être assurée : définir les valeurs initiales; définir les valeurs critiques; bonne opération quotidienne; dépannage. L'organisation et les lignes directrices sont très importantes, des contrôles de maintenance réguliers pour BHMS sont nécessaires.

Enfin, le manuel de BHMS devrait être compilé complètement pour chaque pont selon certaines références (DRVN 2015, ISIS 2001, SAMCO 2006, Wenzel 2009).

**Tableau 2. BHMS au Vietnam au niveau d'information et la solution**

<b>BHMS</b>	<b>Étape utilisée</b>	<b>Niveau actuel</b>	<b>Solution pour promouvoir au Grade A</b>
Pont Bai Chay	Service	Niveau 1	Devrait mettre à niveau le logiciel et le modèle, BHMS d'un côté est une difficulté.
Pont Can Tho	Service	Niveau 2	Devrait mettre à niveau le logiciel et le modèle avec des résultats de surveillance.
Pont Binh	Service	Niveau 1	Devrait mettre à niveau pour la 2ème étape
Pont Rao II	Construction et Service	Niveau 1	Le système ne fonctionne pas normalement maintenant, devrait être réparé bientôt.
Pont Nhat Tan	Construction et Service	Niveau 2	Devrait mettre à niveau le logiciel et le modèle avec des résultats de surveillance.

#### **4. Conclusions**

Le BHMS est essentiel pour les ponts de grande portée tels que les ponts à haubans qui peuvent aider à connaître le comportement en temps réel du pont sous charge de trafic, vent, tremblement de terre, ... et doivent être appliqués efficacement pour l'entretien des ponts au Vietnam.

La conception et la sélection de BHMS doivent être décidées en vue d'un objectif de maintenance clair, d'un niveau de surveillance (niveau A ou B), de la durabilité et de la fiabilité du système.

Les spécifications ou directives pour la conception de BHMS, l'analyse de résultats, la maintenance ... sont très nécessaires au Vietnam pour une application plus efficace de BHMS.

La coopération étroite avec les experts des universités devrait être faite pour le traitement et l'analyse des résultats de BHMS, la validation du modèle, la vérification du seuil dans la maintenance du pont (objectif principal de BHMS).

#### **5. Bibliographie**

- [BHMS VN] Les ponts Bai Chay, Can Tho, Rach Mieu, Rao II, Binh, Nhat Tan. *Dossiers de BHMS*.
- [DAO 2015] Dao Duy Lam, Nguyen Viet Trung (2015), *Recherche sur la conception et la sélection de BHMS pour les ponts à haubans au Vietnam*, Journal scientifique de Transport et de Communication, No 11/2015 (en Vietnamien).
- [DAO 2016] Dao Duy Lam, Nguyen Viet Trung, Hoang Nam (2016), *BHMS for cable-stayed bridges in Vietnam: Current status and Future researches*, EASEC 14: East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering & Construction.
- [DRVN 2015] DRVN - Direction de la route du Vietnam (2015). *Projet de recherche de MOT No DT154001*.
- [Hoang 2015] Hoang Nam (2015). "Resultats et informations sur la surveillance structurelle de la santé des ponts à longue portée au Vietnam", Journal de l'ingénierie structurelle et de la technologie de la construction (en Vietnamien).
- [ISIS 2001] ISIS CANADA (2001). Guidelines for Structural Health Monitoring.
- [Nguyen 2011] Nguyen Viet Trung (2011). Conception de BHMS, Maison d'édition de Construction (en Vietnamien).
- [SAMCO 2006] SAMCO (2006). Guideline for Structural Health Monitoring.
- [VSL 2013] VSL and VITEC Engineering (2013). Binh bridge: Document of BHMS and Guideline.
- [Webb 2014] Webb G.T. et al. (2014). Categories of SHM Deployments: Technologies and Capabilities, J. Bridge Eng.
- [Wenzel 2009] Helmut Wenzel (2009). Health Monitoring of Bridge, Wiley.
- [Wenzel 2015] Wenzel, Helmut & Tanaka, Hiroshi & Hollrigl-Binder, Michaela & Allmer, Helga. (2015). Can we substitute the intuition of an experienced bridge inspector by monitoring? Smart Structures and Systems. 15. 577-592.