

GESTION DES OUVRAGES D'ART :

ANALYSE QUANTIFIEE DES DEGRADATIONS

Par yahya BOUCHAQOUR / Conseillé Technique à la DAT

Pour avoir une image globale de l'état du patrimoine et uniformiser le contrôle des ouvrages d'art d'une part, et pour permettre aux décideurs d'arrêter une stratégie de remise à niveau et de planifier ses interventions d'autre part, l'élaboration d'une méthode objective pour quantifier l'état des ouvrages d'art est nécessaire.

Cette analyse parfait le système de gestion des ouvrages d'art qui comprend :

1 - des phases à dominante technique telles que :

- la connaissance du patrimoine ;
- la surveillance ;
- le diagnostic de l'état du patrimoine ;
- la recherche des solutions.

2 - des phases à dominante politique telles que :

- La hiérarchisation des ouvrages indépendamment de leur état ;
- La définition d'objectifs de qualité de service ;
- L'arbitrage entre objectifs et moyens permettant de mettre en oeuvre dans le cadre d'une programmation des actions de maintenance, de modernisation ou de création d'ouvrages.

L'analyse quantifiée, qu'on propose, fait la conjonction entre toutes les phases politiques et techniques de la gestion des ouvrages.

1 - Objectif :

Les ouvrages d'art sont très nombreux (4180) et leur état est souvent mal connu. Ils ne peuvent être examinés régulièrement par les seuls spécialistes des ouvrages d'art eu égard à l'importance du patrimoine. Dans la pratique, les subdivisionnaires sont responsables du suivi des ouvrages d'art. Les visites, suivant le modèle de la Direction des Routes et de la Circulation Routière sont le plus souvent réalisées par des généralistes.

Il est à constater qu'une telle situation conduit en général :

- au manque d'homogénéité dans la constatation des défauts ;
- au caractère subjectif des procès verbaux de visite ;
- à l'impossibilité de comparaison des états relatifs des ouvrages d'art.

L'analyse quantifiée vise à s'affranchir de ces problèmes en attribuant une note à chaque dégradation suivant son importance.

Le service de la gestion des ouvrages d'art devrait, donc, porter son attention et faire des investigations complémentaires sur des ouvrages pour lesquels les dégradations sont les plus graves. Il devrait concentrer ses moyens sur les ouvrages dont la sécurité est précaire, ou elle risque de la devenir à court terme.

2 - Domaine d'application :

L'analyse quantifiée est applicable à tous les ouvrages courants en béton armé ou précontraint, en maçonnerie, en métal ou mixte. Elle ne s'applique pas aux ouvrages spéciaux tels que bow - string ou suspendu.

3 - Exploitation :

Après avoir terminé le diagnostic de l'état du patrimoine, on calcule pour chaque ouvrage l'indice de gravité de chacune de ses composantes (Tablier, Fondation et Appuis et Equipements) selon le modèle décrit ci-après on calcule l'indice de gravité global et de chaque partie à l'aide du programme GESPAT. (voir chapitre suivant)

L'indice de gravité IG est égal à Erreur ! Signet non défini. $IG = \text{somme } c^2$

C : est la valeur de chaque stade de dégradation figurant dans le procès verbal de la visite. Elle est élevée au carré pour faire ressortir les dégradations les plus importantes.

3.1 mesures physiques de l'état :

En toute rigueur, il ne s'agit pas ici de « mesure » au sens mathématique du terme, mais d'échelle d'indicateurs.

A partir d'une combinaison de mesures de l'état d'un ensemble d'éléments constitutifs d'un pont, on peut créer une mesure globale de l'état du pont c'est l'indice de gravité IG .

3.2 Qualité d'un pont

La qualité d'un pont est définie par l'ensemble des paramètres physiques de ce pont. Cette qualité détermine la fonction de dégradation du pont IG_g . avec $IG_g = 0.9*(IG_{inf}^2 + IG_{sup}^2)^{0.5} + 0.1*IG_{eq}$

ou :

IG_{sup} = indice de gravité des superstructures ;

IG_{inf} = indice de gravité des infrastructures ;

IG_{eq} = indice de gravité des équipements.

La conjonction de i/ la qualité d'un pont, ii/ de l'environnement, iii/ des conditions d'exploitation ,

iv/ de l'âge détermine l'état du pont.

4. Classement des ouvrages d'art :

La conjonction de : i/ l'état du pont et de ii/ l'environnement socio-économique détermine l'utilité du pont et part suite son niveau hiérarchique.

4.1 la hiérarchisation des ouvrages indépendamment de leur état : niveau de service;

Le niveau de service est égal à la conjonction des indices des critères suivants :

1- Classe de l'itinéraire:C1

Le réseau routier Marocain vient de faire l'objet d'un reclassement qui prévoit son partage en quatre catégories:

- υ Le réseau des routes nationales et des autoroutes ou réseau national (RN).
- υ Le réseau des routes régionales ou réseau régionale (RR).
- υ Le réseau des routes provinciales ou réseau provinciale (RP).
- υ Le réseau communal (RC).

On garde ce même partage de réseau pour distinguer entre les ponts qui se trouvent dans tel ou tel réseau.

Pour chaque catégorie on attribue une note

RN=0 ;RR =1 ;RP=2 ;RC=3.

2- Classe de trafic :C2

Ce critère est d'une importance certaine. En effet, il donne une idée sur l'importance de la région (tourisme, commerce...) que le gestionnaire doit prendre en compte pour une éventuelle intervention.

Par ailleurs, les coûts sociaux d'une éventuelle défaillance de l'ouvrage sont très liés au volume et à la nature des véhicules qui empruntent le pont.

On définit alors cinq classes de trafic en s'inspirant du catalogue des structures:

- υ T₀ : Ouvrages à très fort trafic (>4500 veh/j).
- υ T₁ : Ouvrages à fort trafic (2000< >4500 veh/j).
- υ T₂ : Ouvrages à trafic moyen (750< >2000 veh/j).
- υ T₃ : Ouvrages à faible trafic (250< >750 veh/j).
- υ T₄ : Ouvrages à très faible trafic (50< >250 veh/j).

Pour chaque classe on attribue une note correspondante à son indice (T₀=0)

3- Possibilité d'aménager facilement une déviation:

L'importance de ce critère est de permettre au gestionnaire de choisir le type d'intervention adéquat sans trop perturber les usagers de la route.

On distingue alors entre:

- Déviation possible : Si on peut dévier la circulation sur le terrain avoisinant avec des moyens techniques simples.
- Déviation non possible : Si les conditions de la première ne sont pas satisfaites (exemple: recours au pont Bailey).

Dans le cas 1 on attribue la note 5, et dans le cas contraire la note 0.

4- Portance de l'ouvrage: C4

La question fondamentale que posent l'ingénieur vérificateur est bien celle-ci : Les anciens ouvrages sont-ils toujours aptes aux services qu'on leur demande?

Pour répondre à cette question, le programme PORTANCE est élaboré pour apporter toutes les informations concernant la portance des ouvrages moyennant les essais de chargement et de mesure de la résistance.

Les classes d'ouvrages selon leurs portances:

Pour un ouvrage donné, soit

M_R : Le moment résistant d'un élément (poutre ou pièce de pont) à vérifier en application de règlement utilisé pour le calcul de pont.

M_P : moment fléchissant sous charges permanentes.

K_S : coefficient de majoration dynamique applicable aux surcharges.

γ_P, γ_S : coefficients de pondération éventuels.

M_B : moment dû aux surcharges B_C .

M_{mc120} : moment dû aux surcharges militaires M_{c120} .

On doit avoir : $\gamma_P \times M_P + \gamma_S \times K_S \times M_S \leq M_R$.

soit : $M_S \leq (M_R - \gamma_P \times M_P) / (\gamma_S \times K_S) = A$.

On définit ainsi quatre classes :

- P_1 : M_B et M_{Mc120} sont inférieurs à A : pas de limitation de charge. (P >100 tonnes) La note est égale à 1
- P_2 : $M_B \leq A \leq M_{Mc120}$: permis pour les surcharges routières seulement.(P est égale à 60 tonnes)

La note est égale à 2

- $P_3 : 2A > M_B > A$: limitation de surcharge routière.(P est égale à 30 tonnes) ; La note est égale à 3
- $P_4 : M_B > 2A$: limitation de surcharge routière.(P est égale à 15 tonnes) ; La note est égale à 4

5- Largeur de l'ouvrage : C5

Suivant la possibilité de croisement des types de véhicules offerte par la largeur de chaussée L, on définit cinq classes du pont suivantes :

- $L < 4.00 \text{ m}$: impossibilité de croisement pour tous types de véhicule ; Note =1 ;
- $4.00 < L < 5.00 \text{ m}$: impossibilité de croisement pour véhicules légers et lourds ; Note =2 ;
- $5.00 < L < 6.00 \text{ m}$: impossibilité de croisement pour véhicules lourds ; Note =2 ;
- $6.00 < L < 7.00 \text{ m}$: croisement possible des véhicules lourds ; Note =3 ;
- $L > 7.00 \text{ m}$: croisement possible de tous type de véhicules ; Note =4 ;

6- Conditions hydrauliques de l'ouvrage:C6

Plusieurs ponts marocains sont conçus pour être à tablier submersible. L'importance de ce critère réside au niveau de service global de l'itinéraire . Il permet aussi au gestionnaire de calculer la rentabilité et l'utilité de l'ouvrage.

On distingue alors entre:

- ouvrage non submersible à l'importe quelle crue ;
- Ouvrage submersible sous les crues dépassant la crue décennale.
- Dans le cas 1 on attribue la note 1, et dans le cas contraire la note 0.75.

7- Sécurité des tiers : C7

Suivant le risque de rupture qu'on peut admettre pour obstacle franchie on définit 3 degrés :

- Franchissement de la voie ferrée ou d'une autoroute :note = 1 ;
- Franchissement de la route ou canal : note =2 ;
- Autres franchissement : note =3 .

8 - Valeurs économiques de l'ouvrage :

Suivant la surface utile de l'ouvrage majorée par un coefficient dit de fondation profonde si elle existe égal à 1.25 , on distingue 3 classes :

- SU supérieure à 500 m^2 soit une longueur dépassant 60 m ; note =1 ;

- SU de 100 à 500 m² soit une longueur supérieure à 10 m ;note =2 ;
- SU inférieure à 100 m² soit une longueur inférieure à 10 m ; note =3 .

9- Tri et combinaison:

On pondère les critères cités ci-dessus suivant leur degré d'importance vis-à-vis de la sécurité de l'utilisateur et son confort. Le niveau de service NS est égal à :

$$NS=C6*(5-C2)+3*C4+3*(5-C2)+C5+C1$$

On aura donc, selon le niveau de service, 320 classes.

4.2 La hiérarchisation des ouvrages selon leur état : NIVEAU DE GRAVITE

Le niveau de gravité est la conjonction de l'indice de gravité avec les paramètres relatifs à sécurité des tiers, trafic, possibilité de déviation, nature de la route et de l'importance géométrique de l'ouvrage.

$$NG= (C1+3*(C3+C2)+C8+C7)*IG/10.$$

Soit 270 classes.

4.3 La hiérarchisation globale des ouvrages : NIVEAU HIERARCHIQUE :

Le niveau hiérarchique est le rapport du niveau de gravité par le niveau de service. On aura donc 86400 classes en dehors des gravités.