Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 122 (1996)
Heft: 14

Artikel: Evaluation de la sécurité structurale de ponts-routes existants
Autor: Bez, Rolf / Bailey, Simon F. / Hirt, Manfred A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-78855

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Evaluation de la sécurité structurale de ponts-routes existants

Par Rolf Bez, ing. civil dipl. EPFL/SIA, Dr sc. techn., Simon F. Bailey, ing. civil BSc/SIA, Dr sc. techn., Manfred A. Hirt, prof., ing. civil EPFZ/SIA, Dr sc. techn., EPFL-ICOM Construction métallique, GC-Ecublens, 1015 Lausanne

Modèles de charge actualisés[1]

La constante évolution des normes de dimensionnement, la modification des charges de trafic avec le temps, l'observation de dégâts ou tout simplement l'âge toujours croissant des ouvrages sont autant de raisons qui forcent les maîtres d'ouvrages à se poser la question de l'évaluation des ponts-routes existants. Or il se trouve que les organismes responsables de l'évaluation d'ouvrages existants sont souvent démunis face à une telle question, car il n'existe pas encore de concept cohérent permettant de définir de quelle manière et selon quels critères ce sujet doit être traité. Cet article présente les résultats d'un mandat de recherche 90/90 confié par l'Office fédéral des routes (OFR) à l'ICOM-Construction métallique (directeur: prof. M. A. Hirt), avec pour objectif général d'établir, sur une base probabiliste, des principes fondamentaux ainsi que des modèles de charge actualisés pour la vérification de la sécurité structurale de ponts-routes existants.

1. Introduction

Objectifs des études effectuées

Les buts particuliers du mandat confié par l'OFR représentent autant d'éléments constituant le processus général d'évaluation de la sécurité structurale des ponts-routes existants (fig. 1). Ces objectifs impliquaient

1) d'établir des *principes de base* pour la vérification de la sécurité structurale de ponts-routes existants;
2) de définir des *modèles de charge* à considérer;
3) d'étudier l'influence, sur les modèles de charge, des *interventions* possibles sur le trafic routier.

Limites des études effectuées

Nous avons étudié des questions relatives à la vérification de la sécurité structurale de ponts-routes existants:

- sur des autoroutes, des routes principales ou des routes collectrices,
- pour des ouvrages soumis à un trafic libre (avec 28 t de limite légale pour le poids total maximal) ou auquel on impose une limite de 16 t pour le poids total[2].

Les moyens et le temps à disposition n'autorisant pas un traitement en profondeur de l'ensemble des questions soulevées par l'évaluation de ponts-routes existants, les éléments suivants n'ont pas été abordés en détail dans le contexte de ce mandat:

- la vérification de l'aptitude au service,
- la vérification de la sécurité à la fatigue,
- la résistance des matériaux,
- le passage de transports spéciaux ou exceptionnels,
- les effets dus à des charges verticales autres que les charges routières,
- les effets dus à des charges horizontales.

Précisons encore que nous n'avons examiné que la situation de risque constituée par le trafic routier comme action prépondérante, sans autre action variable concomitante.

2. Principes de base

Il est important d'apporter les précisions suivantes concernant les études faites pour établir les principes de base de l'évaluation de la sécurité structurale.

- Il est souhaitable que le principe de base pour la vérification de la sécurité structurale de ponts-routes existants soit aussi proche que possible de celui utilisé pour le dimensionnement de nouveaux ponts. Cela se justifie afin de permettre à l'ingénieur qui procède à une évaluation d'appliquer une démarche similaire à celle qu'il emploie couramment pour le dimensionnement.
- La commission SIA 462 a entrepris au début des années nonante des travaux concernant l'évaluation de la sécurité structurale des ouvrages existants. Les réflexions qui y ont été faites, publiées en 1994 dans la directive SIA 462 « Evaluation de la sécurité structurale des ouvrages existants » [1][3] concernaient essentiellement les principes de base de la vérification de la sécurité structurale. Comme ce concept nous semblait approprié, nous n'avons pas cherché à établir des principes de base distincts. Nous avons par contre essayé de don-

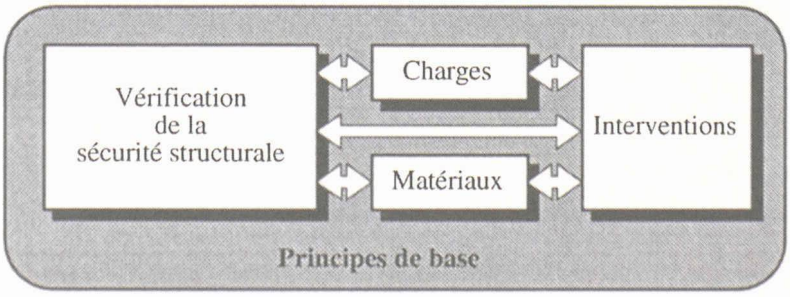

Fig. 1. - Processus général d'évaluation de la sécurité structurale des ponts-routes existants

[1] Cet article est une version légèrement retouchée d'un texte publié à l'occasion de la journée d'étude GPC / GMO / OFR du 14 mars 1996 à Berne dont le thème était « Conservation des ponts / Résultats actuels de la recherche ». La documentation SIA D0129 contient l'ensemble des textes publiés lors de cette journée.

[2] Relevons que la Loi sur la circulation routière a été récemment modifiée: la limite légale pour les camions à deux essieux a passé de 16 t à 18 t. Un complément d'étude a cependant démontré que cela n'avait pas de conséquences sur les résultats présentés ici.

[3] Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.

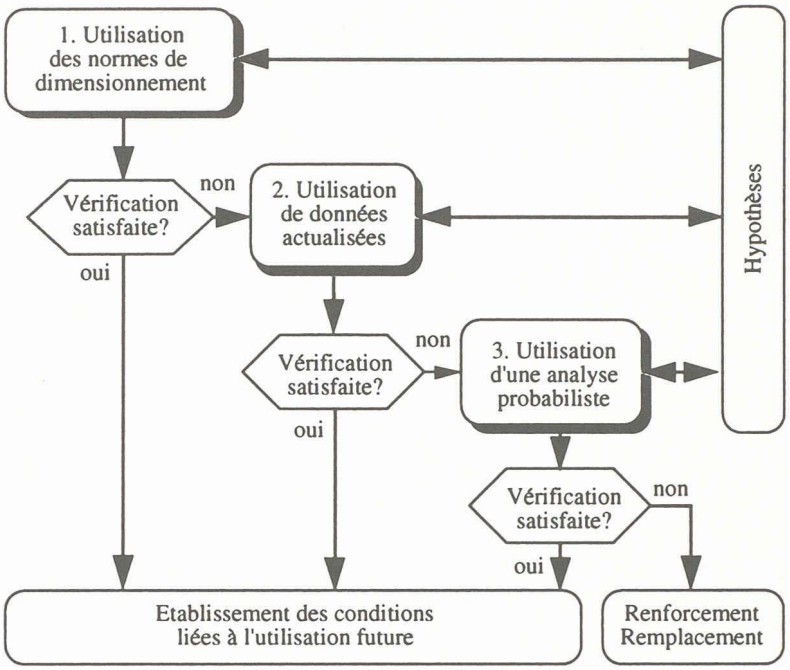

Fig. 2. - Principe d'évaluation par étapes

ner des informations complémentaires à celles contenues dans la directive SIA 462, en proposant des éléments concrets permettant de définir des charges actualisées qui peuvent être utilisées pour l'évaluation de ponts-routes existants.

Processus de dimensionnement

Selon les normes de dimensionnement de la SIA, la vérification de la sécurité structurale d'une situation de risque constituée du trafic routier comme action prépondérante sans autre action variable concomitante peut s'exprimer de la façon suivante, si l'on assimile les charges permanentes au poids propre :

$$S_d = S\,(\gamma_G\, G_m + \gamma_Q\, Q_r) \leq \frac{R}{\gamma R} \qquad (1)$$

S_d : valeur de dimensionnement des sollicitations

γ_G : facteur de charge relatif au poids propre

G_m : valeur moyenne des sollicitations dues au poids propre

γ_Q : facteur de charge relatif au trafic routier

Q_r : valeur représentative des sollicitations dues au trafic routier

R : valeur représentative de la résistance

γ_R : facteur de résistance

Processus d'évaluation

La relation (1) s'utilise de façon générale pour le dimensionnement de nouveaux ouvrages. Pour des ouvrages existants, les questions suivantes se posent immédiatement :

- faut-il utiliser le même concept de vérification ?
- peut-on reprendre le concept, mais modifier les valeurs des facteurs de charge et/ou de résistance ?
- peut-on reprendre le concept, mais modifier certaines valeurs représentatives ?

Si l'on ne considère que les charges dues au trafic routier, il existe deux raisons essentielles qui justifient une approche différente entre le dimensionnement d'un nouveau pont et l'évaluation d'un pont existant :

- le trafic à modéliser n'est pas un trafic extrême prévu pour toute la durée de service d'un nouvel ouvrage, mais seulement pour les quelques années pendant lesquelles l'utilisation d'un ouvrage existant est encore prévue ;
- il faut tenir compte des caractéristiques, très variables selon la situation dans le réseau routier, du trafic réel qui franchit le pont.

D'autres raisons, concernant cette fois-ci le poids propre de la structure ou sa résistance, peuvent a priori justifier une approche différente :

- le poids propre de la structure existante est une grandeur qui peut être évaluée ou même mesurée avec une bonne précision ;
- la qualité des matériaux mis en place est souvent supérieure à celle requise par les normes de dimensionnement.

Face à cette différence essentielle entre un dimensionnement et une évaluation, il est raisonnable d'envisager une démarche de vérification de la sécurité structurale d'un pont-route existant distincte de celle du dimensionnement.

Principe d'évaluation par étapes

Une réponse optimale aux différentes questions évoquées ci-dessus réside à notre avis dans une évaluation par étapes. Le grand avantage d'un tel processus d'évaluation est de permettre d'affiner les hypothèses admises lors de chaque étape, en fonction des besoins, sans appeler une complète remise en question dès le début. Il est, de plus, similaire à ce qui est proposé dans plusieurs documents, à savoir [1], [2] et [3], ce qui facilitera sa mise en application. Les étapes principales d'une telle démarche, illustrées à la figure 2, sont décrites ci-après (voir également [4], où le principe de cette démarche avait déjà été présenté). Lors de chaque étape, un certain nombre d'hypothèses, concernant tant la résistance que les sollicitations, doivent être formulées en fonction du concept de vérification utilisé. Si la vérification s'avère satisfaisante, il est alors possible de définir des conditions liées à l'utilisation future de l'ouvrage (intervalle d'inspection, restrictions d'utilisation, par exemple). Dans le cas contraire, il faut passer à une étape suivante, en modifiant si nécessaire les hypothèses retenues.

Utilisation des normes de dimensionnement

L'ingénieur peut facilement se faire une première idée de la structure à évaluer en utilisant les normes de dimensionnement. Une telle approche, pour laquelle la relation (1) peut être utilisée, a souvent l'avantage de permettre d'identifier relativement rapidement les éléments de construction ou les sections critiques.

Rappelons que la norme SIA 160 « Actions sur les structures porteuses » [5] permet de réduire d'au maximum 25 % les valeurs représentatives des modèles de charge 1, 2 et 3, si la largeur de la chaussée n'excède pas 6 m. A part cela, on précisera qu'il est également possible d'apporter les modifications suivantes (on consultera [6] pour davantage de précisions à ce sujet):

- la valeur représentative du modèle de charge 1 peut être admise à 65 kN/roue pour autant qu'il ne s'agisse pas de la vérification du tablier;
- la valeur du coefficient dynamique Φ_1 peut être admise inférieure à 1,8 selon la fréquence fondamentale de l'ouvrage.

Si la vérification de la relation (1) n'est pas satisfaite à l'aide des indications fournies par les normes de dimensionnement, éventuellement modifiées dans les cas cités ci-dessus, on aura recours à des données actualisées.

Utilisation de données actualisées

L'utilisation des données actualisées devrait être le procédé applicable à la plupart des évaluations de la sécurité structurale d'un pont-route existant. Les études que nous avons effectuées nous ont permis de vérifier que le principe de l'évaluation de la sécurité structurale des ouvrages existants à l'aide de données actualisées, tel que le propose la directive SIA 462, est tout à fait applicable aux ponts-routes existants. Les données actualisées concernant les actions, la résistance et le comportement de la structure doivent dans ce cas être définies sur la base des exigences d'utilisation convenues avec le maître de l'ouvrage, ainsi qu'à l'aide de mesures et d'essais effectués sur l'ouvrage. L'application de ce principe présente le grand avantage d'utiliser un concept de sécurité similaire à celui défini pour le dimensionnement par la norme SIA 160. Le principe de vérification pourrait en effet s'exprimer ainsi:

$$S_d = S\,(\gamma_G\, G_m + \gamma_Q\, Q_{act}) \leq \frac{R}{\gamma R} \qquad (2)$$

Q_{act}: valeur actualisée des actions dues au trafic routier

Les autres paramètres de la relation (2) sont les mêmes que ceux de la relation (1), sauf que leurs valeurs sont des valeurs actualisées pour l'évaluation. Les indications concernant ces valeurs sont données par la directive SIA 462, à laquelle nous renvoyons le lecteur intéressé.

Il faut cependant mentionner que la directive SIA 462 ne donne pas d'indications concernant les valeurs actualisées Q_{act} des actions dues au trafic routier à introduire dans la relation (2). Le principe de la vérification est donc utilisable, mais il reste à définir certaines valeurs actualisées. Nous donnons dans le chapitre suivant les résultats livrés par une approche probabiliste de la question.

Utilisation d'une analyse probabiliste

Une approche probabiliste s'impose pour des travaux de recherche ou de rédaction de normes. C'est en effet le seul moyen permettant de quantifier la fiabilité d'une structure ou de fixer les valeurs des facteurs de charge ou de résistance, ainsi que la grandeur des charges actualisées à utiliser pour les vérifications déterministes [7], [8], [9].

Le recours à une analyse probabiliste pour l'évaluation d'un ouvrage existant reste cependant une exception, qui peut s'avérer nécessaire lorsque les données actualisées ne sont pas suffisantes pour effectuer une vérification satisfaisante. Les hypothèses de calcul nécessaires à ce type d'analyse nécessitent alors un effort important, qui doit souvent se baser sur des mesures de longue durée sur la structure. S'il n'est toujours pas possible d'assurer l'utilisation de l'ouvrage au terme de cette étape, il sera alors nécessaire de prendre des mesures telles que le renforcement, voire le remplacement, d'une partie ou de l'ensemble de l'ouvrage.

3. Etude probabiliste des modèles de charge actualisés

Simulation des sollicitations dues au trafic routier

Le propre d'une analyse probabiliste est de traiter chaque variable de façon aléatoire. Les sollicitations dues au trafic routier font partie de ces variables aléatoires qui dépendent, dans le cas particulier, essentiellement du type de pont et du type de trafic; leurs caractéristiques sont en l'occurrence déterminées à l'aide d'un programme de simulation. Le principe de cette simulation est de générer une colonne de véhicules tout en respectant les distributions statistiques qui peuvent être mesurées dans la réalité, telles que par exemple le type, l'entraxe et la longueur des véhicules, les charges d'essieux et la distance entre véhicules. On fait ensuite passer la colonne de véhicules simulée sur la ligne d'influence de la sollicitation qui nous intéresse, de façon à établir un histogramme des valeurs maximales sur une certaine période. L'ensemble de cette procédure permet d'établir le type de distribution, et leurs paramètres correspondants, des valeurs maximales des sollicitations dues au trafic routier.

Principes généraux

Les résultats de la simulation des sollicitations dues au trafic routier permettent d'appliquer une analyse probabiliste de la question. La figure 3 illustre le principe général de la démarche adoptée pour établir, sur une base probabiliste, des modèles de charge pour l'évaluation de ponts-routes existants. Les étapes essentielles de cette démarche sont commentés ci-après, sur la base de la situation de risque où il n'y a pas d'autre action variable que le trafic routier, qui est alors l'action prépondérante. La fonction limite liée à cette situation de risque peut s'exprimer de la façon suivante:

$$G + Q \leq R \qquad (3)$$

G : sollicitation due au poids propre

Q : sollicitation due au trafic routier

R : résistance ultime

que l'on peut aussi formuler ainsi, si l'on veut comparer les sollicitations Q dues au trafic routier avec la « capacité portante »

$$(R - G)$$

correspondante :

$$Q \leq R - G \qquad (4)$$

1) Pour le dimensionnement d'une structure, les valeurs de dimensionnement Q_{dim} des sollicitations dues au trafic routier sont établies sur la base des indications de la norme SIA 160. Celle-ci définit notamment des modèles de charge du trafic routier qui ont été établis sur la base d'un trafic autoroutier correspondant à un trafic dit de dimensionnement. Le concept de sécurité des normes SIA va amener au dimensionnement d'un ouvrage auquel correspondra, avec $(R - G)_{dim}$, un certain indice de fiabilité β_{dim}.

2) En réalité, les sollicitations réelles $Q_{réel}$ dues au trafic routier agissant sur les ponts-routes existants sont inférieures à la valeur de dimensionnement Q_{dim}. Cela provient essentiellement du fait que le trafic routier réel est en général moins « agressif » que le trafic retenu pour le dimensionnement. En admettant que la résistance est conforme aux normes de dimensionnement (on a donc $(R - G)_{dim}$), une analyse probabiliste montrerait que l'indice de fiabilité $\beta_{réel}$ correspondant est supérieur à β_{dim}, ce qui revient à dire que la fiabilité d'un pont existant est plus élevée que celle souhaitée lors du dimensionnement d'un nouveau pont.

Il n'y a cependant aucune raison pour exiger que la fiabilité d'un pont existant soit supérieure à celle d'un nouveau pont, et pour que la fiabilité des ouvrages existants soit équivalente à celle des nouveaux ponts, il faut poser, en terme d'indice de fiabilité :

$$\beta_{éval} = \beta_{dim} \qquad (5)$$

Pour satisfaire cette égalité, il y a deux possibilités.

3a) Si l'on utilise les sollicitations $Q_{réel}$ dues au trafic routier réel pour l'évaluation d'un pont existant, la résistance $R_{éval}$ (et par conséquent $(R - G)_{éval}$) peut être inférieure à R_{dim} (et donc à $(R - G)_{dim}$) pour que $\beta_{éval} = \beta_{dim}$.

3b) En respectant la relation (5), il est plus simple, pour l'ingénieur praticien tout au moins, d'effectuer l'évaluation d'un pont existant en utilisant côté sollicitation, à la place de $Q_{réel}$, la valeur de dimensionnement Q_{dim} divisée par un facteur de réduction α :

$$Q_{réel} = \frac{Q_{dim}}{\alpha} \qquad (6)$$

L'objectif principal de l'étude probabiliste est donc d'établir les valeurs du facteur de réduction α de façon à pouvoir établir les sollicitations $Q_{réel}$ dues au trafic réel à partir des valeurs de dimensionnement Q_{dim} définies par la norme SIA 160. Si l'on applique ce concept à l'évaluation d'un pont-route existant sur la base de données actualisées (chap. 2), on peut définir la valeur actualisée Q_{act} des actions dues au trafic routier en divisant la valeur représentative Q_r par le facteur de réduction α :

$$Q_{act} = \frac{Q_r}{\alpha} \qquad (7)$$

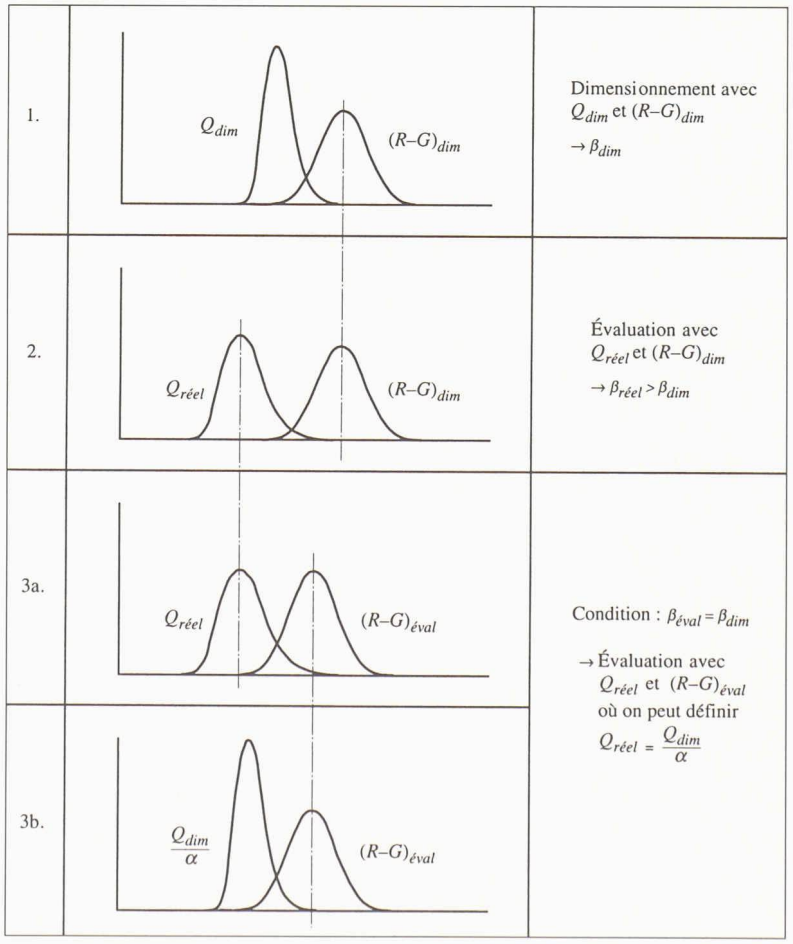

Fig. 3. - Principe général de la démarche utilisée pour établir des modèles de charge pour l'évaluation de ponts-routes existants

C'est ainsi qu'il est possible d'exprimer la relation (2) à utiliser pour l'évaluation de la sécurité structurale d'un pont-route existant de la façon suivante :

$$S_d = S\left(\gamma_G\, G_m + \gamma_Q \frac{Q_r}{\alpha}\right) \leq \frac{R}{\gamma R} \quad (8)$$

Le facteur de réduction α est donc un paramètre essentiel, car il permet d'établir les modèles de charge actualisés sur la base des modèles de charge utilisés pour le dimensionnement.

Démarche adoptée

La démarche utilisée pour établir les valeurs du facteur de réduction α à utiliser dans différents cas est la suivante [6] [10].

- Définition des fonctions limites déterminantes à considérer pour la vérification de la sécurité structurale des différentes sections examinées selon le type de pont, de matériau et de sollicitation.
- Calcul, à l'aide des normes de charge et de matériau de la SIA, des différentes sections au moyen des fonctions limites établies, de façon à connaître leur résistance R_{dim}.
- Analyse probabiliste des fonctions limites pour établir la valeur β_{dim} de l'indice de fiabilité pour un trafic de dimensionnement (correspondant à celui défini par la norme SIA 160). Il s'agit de l'étape 1 illustrée à la figure 3. Cette valeur de l'indice de fiabilité n'est pas utilisée directement pour établir une probabilité de ruine, mais elle va servir de base de référence pour comparer les sollicitations des différents types de trafic.
- Pour déterminer la valeur des facteurs de réduction α, on répète la même analyse probabiliste des fonctions limites avec les caractéristiques probabilistes des différents types de trafic examinés (en l'occurrence autoroute, route principale ou collectrice avec un trafic libre et route principale ou collectrice avec un trafic limité à 16 t) de telle façon à ce que $\beta_{éval} = \beta_{dim}$. Pour chaque type de trafic, nous avons considéré une combinaison entre les trois conditions de circulation possibles, à savoir un trafic saturé arrêté, saturé lent et fluide. Cela permet d'établir une valeur globale de l'indice de fiabilité $\beta_{éval}$ qui tient compte des conditions effectives de trafic.

Facteurs de réduction

Les études effectuées ont montré que la valeur du facteur de réduction α est influencée essentiellement par le nombre de voies, le type de route et le type de trafic ; le type de pont ne joue donc pas un grand rôle. Pour le cas particulier d'un pont prévu pour deux voies de circulation, les valeurs du facteur de réduction α qui ont ainsi pu être définies sont données dans le tableau 1.

Commentaires

Les résultats obtenus par l'étude probabiliste appellent les commentaires suivants.

- Le coefficient dynamique Φ défini dans la norme SIA 160 pour un dimensionnement doit être appliqué de la même façon pour une évaluation. Les valeurs représentatives du modèle de charge 1 de la norme SIA 160 doivent donc être multipliées par le coefficient dynamique Φ_1 correspondant.
- Les valeurs α établies pour les routes principales ou collectrices à deux voies peuvent également être utilisées si le nombre de voies est plus élevé. Les quelques simulations effectuées pour ces cas ont en effet montré que le facteur de réduction α n'était pratiquement plus sensible à une augmentation du nombre de voies.
- Les valeurs α obtenues se basent sur les périodes de temps suivantes :
  - une année pour le cas de l'autoroute sur laquelle le trafic circule sur une voie (il s'agit en principe d'une mesure provisoire due à des travaux),
  - cinquante ans pour les autres cas.
- Cette durée de cinquante ans peut sembler longue, mais son influence n'est pas très grande sur la valeur du facteur de réduction. Les valeurs du facteur de réduction α définies dans le tableau 1 peuvent donc être admises de façon conservatrice comme indépendantes de la durée de service restante du pont-route évalué.
- Les résultats obtenus sont valables pour la détermination des effets longitudinaux. Les vérifications transversales et locales doivent quant à elles être faites à l'aide de modèles de charges dépendant du type de trafic réel sur le pont. Une étude déterministe effectuée dans ce sens nous permet de proposer les modèles de charge définis à la figure 4 pour les vérifications transversales et locales. Les valeurs représentatives indiquées doivent en l'occurrence être multipliées par un coefficient dynamique $\Phi = 1{,}4$ [11] [12].

Les travaux effectués pour le mandat de recherche présenté ici ont

Tableau 1 – Pont à deux voies de circulation : valeurs du facteur de réduction α en fonction du cas de trafic

Type de route	Nombre de voies*	Trafic libre	Trafic limité à 16 t
Autoroute	2 voies	$\alpha = 1{,}00$	–
	1 voie	$\alpha = 1{,}20$	–
Principale ou collectrice	2 voies	$\alpha = 1{,}10$	$\alpha = 1{,}80$
	1 voie	$\alpha = 1{,}35$	$\alpha = 2{,}00$

* il s'agit du nombre de voies de circulation ouvertes au trafic

été poursuivis à l'ICOM dans le cadre d'un travail de thèse [10]. Cela a permis de montrer qu'il était possible de définir le facteur de réduction α d'une façon plus précise que ci-dessus, pour autant que l'on connaisse les caractéristiques suivantes du trafic routier circulant réellement sur le pont évalué :

- valeur moyenne, écart type et valeur maximale du poids par mètre des poids lourds,
- proportion de poids lourds dans l'ensemble du trafic,
- volume du trafic,
- degré de fluidité du trafic.

Cette approche permet d'obtenir des facteurs de réduction pouvant aller jusqu'à environ 2,5.

4. Conclusions

En guise de synthèse des résultats obtenus, on retiendra les éléments principaux suivants.

- Il a été possible de montrer qu'un concept de sécurité basé sur un principe identique à celui défini pour le dimensionnement est applicable pour l'évaluation de la sécurité structurale des ponts-routes existants. Cela peut se faire en utilisant des données actualisées du trafic routier.
- Les résultats obtenus complètent la directive SIA 462 [1], dans la mesure où ils donnent des éléments concrets permettant d'établir des valeurs actualisées des sollicitations dues au trafic routier. Concrètement, cela peut se faire en divisant les valeurs représentatives des actions du trafic routier prévues dans la norme SIA 160 pour le dimensionnement par un facteur de réduction a qui dépend du nombre de voies, du type de route et du type de trafic.
- Une étude effectuée dans le cadre d'un travail de thèse [10] a démontré qu'il était possible de définir ce facteur de réduction d'une façon plus fine, pour autant que l'on connaisse certaines caractéristiques du trafic routier circulant réellement sur le pont évalué.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier l'Office fédéral des routes (OFR) du soutien financier apporté depuis plusieurs années à l'ICOM pour ses recherches dans le domaine de l'évaluation des ponts existants. Leur reconnaissance s'adresse également à tous les collaborateurs de l'ICOM qui ont contribué d'une façon ou d'une autre à la réalisation du mandat de recherche présenté ici.

Références bibliographiques

[1] SIA 462 - Evaluation de la sécurité structurale des ouvrages existants, SIA, Zurich, 1994

[2] IP Bau « Die Erhaltung der Tragsicherheit », Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern, 1992

[3] SCHNEIDER, J. : « Sicherheit und Zuverlässigkeit im Bauwesen », Verlag der Fachvereine, Zurich, 1994

[4] KUNZ, P., BEZ, R., HIRT, M.A. : « L'évaluation des structures existantes : un nouveau défi pour l'ingénieur civil », *IAS* N° 5, 1994 (pp. 66-73)

[5] SIA 160 - Actions sur les structures porteuses, SIA, Zurich, 1989

[6] BEZ., R., BAILEY, S.F., HAESLER, V. : « Modèles de charge actualisés pour l'évaluation de la sécurité structurale de ponts-routes existants », Union des professionnels suisses de la route (VSS), Zurich, 1995 (mandat de recherche OFR 90/90, rapport final 515)

[7] BEZ, R. : « Modélisation des charges dues au trafic routier », EPFL, Lausanne, 1989 (thèse n° 793)

[8] KUNZ, P. : « Probabilistisches Verfahren zur Beurteilung der Ermüdungssicherheit bestehender Brücken aus Stahl », EPFL, Lausanne, 1992 (thèse N° 1023)

[9] PETSCHACHER, M. : « Zuverlässigkeit technischer Systeme », ETHZ, Institut füt Baustatik und Konstruktion, Zurich, 1993 (Diss. ETHZ, Bericht Nr. 199)

[10] BAILEY, S.F. : « Principes de vérification et modèles de charge pour l'évaluation de ponts-routes existants », EPFL, Lausanne, 1996 (thèse EPFL N° 1467)

[11] CANTIENI, R. : « Dynamische Belastungsversuche an Strassenbrücken in der Schweiz / 60 Jahre Erfahrung der EMPA », EMPA, Dübendorf, 1983 (Bericht Nr. 116/1)

[12] CANTIENI, R. : « Beitrag zur Dynamik von Strassenbrücken unter der Überfahrt schwerer Fahrzeuge », EPFZ, Zurich, 1991 (Diss. ETH Nr. 9505)

[13] BAILEY, S.F., BASSETTI, A. : « Facteurs de charge pour l'évaluation de ponts-routes existants », Union des professionnels suisses de la route (VSS), Zurich, 1996 (mandat de recherche OFR 86/94, en cours de préparation)

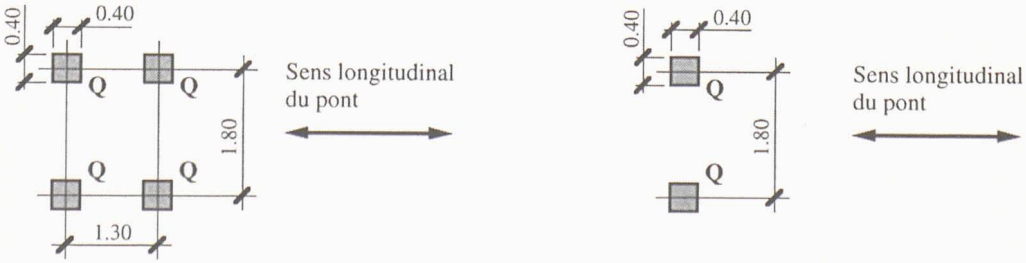

Fig. 4. - Modèles de charge à considérer pour les vérifications transversales et locales

(a) A considérer pour un trafic libre (avec Q_r = 65 kN)

(b) A considérer pour un trafic libre ou limité à 16 t (avec Q_r = 75 kN)