

Atelier N°2 JTR 2020 (Nantes, cité des Congrès, 5 & 6 février 2020) :
Nouveaux concepts d'évaluation et maintenance des infrastructures routières
Jeudi 6 février, 14h30-16h30, Animation : B. Jacob

Objectifs et cadrage

Les pouvoirs publics, les collectivités territoriales et les gestionnaires d'infrastructures routières sont confrontés à des défis de plus en plus prégnants pour maintenir un réseau, des ouvrages et des routes sûrs et avec un bon niveau de service, dans un contexte économique et environnemental de plus en plus contraint, donc avec la nécessité de maîtriser les budgets d'entretien et de réparation mais aussi de prolonger la durée de vie des infrastructures ne service. Ces infrastructures vieillissent et présentent donc des risques accrus de défaillances, notamment lorsqu'elles sont soumises à des sollicitations accrues comme des charges ou un volume de trafic croissants.

De nouveaux concepts et méthodologies ont néanmoins été développés plus ou moins récemment, ouvrant de nouvelles perspectives pour un évaluation ou ré-évaluation plus précise de l'état des infrastructures et notamment des risques de défaillances dans un contexte aléatoire lié aux incertitudes issues du vieillissement des matériaux, et à l'évolution des actions climatiques et d'exploitation. Toutefois ces méthodes et les outils associés ne sont pas encore assez largement diffusés, connus ou intégrés dans les règlements et pratiques, ou restent limités à certains domaines techniques ou régions du monde.

Trois types de concepts et méthodes seront présentés dans cet atelier, les 2^e et 3^e étant proches et complémentaires, en visant leur application au domaine routier et des chaussées notamment.

1. Evaluation probabiliste de la fiabilité et de la durabilité des structures, indices de fiabilité

Les approches probabilistes et fiabilistes ont été introduites à la fin des années 1940 et développées, notamment en Amérique et en Europe du nord dans les années 1960-80, dans les domaines du génie para-sismique, de la construction off-shore, des installations nucléaires puis des ouvrages d'art. Elles ont conduit à la production de codes de calculs semi-probabilistes (dont les Eurocodes) et à la mise en œuvre de méthodes avancées de dimensionnement ou requalification de structures (notamment dans l'off-shore et le nucléaire). Elles intègrent la modélisation probabiliste des actions et résistance, la formulation d'états limites (ultimes ou de service), de marges de sécurité et de probabilité de défaillance ou ruine, puis la mise en œuvre de méthodes numériques d'estimation de ces probabilités notamment par l'intermédiaire d'indices de fiabilité et d'approximations FORM-SORM¹.

L'objet de cet atelier est de donner un très rapide aperçu de ces méthodes, d'identifier pour le cas des routes et chaussées quelles sont les variables (actions, résistances, géométrie structurelle) à prendre en compte et leur variabilité, les données à recueillir pour caler les modèles, les états limites (rupture fragile, orniérage, polissage, fatigue et fissuration) et comment ces méthodes pourraient affiner ou améliorer le dimensionnement et l'évaluation des infrastructures. Les besoins de formation et de données seront également abordés.

2. Approches PBS (Performance Based Standards)

Les règlements concernant les charges d'exploitation des infrastructures, et notamment les poids et dimensions des poids lourds, sont fondées depuis toujours sur des valeurs limites prescriptives et fixes (par ex. poids total, charge à l'essieu, longueur ou largeur, etc.). Ces valeurs résultent le plus souvent de négociations et compromis entre utilisateurs de la route et pouvoirs publics, avec des considérations économiques (voire sociales) à court terme, mais peu de prise en compte des capacités

¹ First Order Reliability Method, Second Order Reliability Method

réelles des infrastructures et de leurs durées de vie. En outre ces réglementations sur les véhicules évoluent tous les 10 ou 20 ans, le parc de poids lourds étant lui renouvelé tous les 5 à 10 ans, tandis que les infrastructures ont des durées de vie bien supérieures². Les codes de calculs (Eurocodes, catalogue et code de calcul des chaussées) intègrent donc des coefficients de sécurité, dont une partie est censée couvrir ces évolutions des charges. Cette situation est loin d'être satisfaisante ni efficace, car elle conduit à freiner l'innovation du côté des véhicules et à exposer certaines infrastructures vieillissantes ou partiellement endommagées à des charges pouvant les mettre en péril.

C'est pourquoi depuis le début des années 2000, quelques pays (Australie, Nouvelle-Zélande, Canada, Afrique du sud) ont progressivement introduit une approche complémentaire dite PBS, *Performance Based Standards*, ou normes performanciennes. Sans rejeter complètement les réglementations prescriptives traditionnelles, il s'agit d'autoriser le dépassement des valeurs limites (poids et dimensions) des véhicules, sous réserve que ceux-ci vérifient une série de critères de performances : stabilité, freinage et manœuvrabilité pour la sécurité routière, degré d'agressivité (ESAL...) pour les chaussées ou formules de pont (Bridge formula) pour les ouvrages d'art. Les véhicules certifiés par un organisme agréé vis-à-vis des critères PBS sont alors autorisés à circuler, soit sur l'ensemble du réseau, soit avec des restrictions (voir §3, SIAP). A titre d'exemple, des véhicules plus longs et plus lourds (HCV, *High Capacity Vehicles*) peuvent ainsi être autorisés sous réserve que les charges à l'essieu soient réduites, que la longueur totale du véhicule augmente en proportion plus que la charge totale (effet sur les ponts), qu'il y ait plus d'articulations pour la manœuvrabilité, ou que certains dispositifs soient ajoutés en termes de contrôle intégré (masses) ou de stabilité et tenue de trajectoire.

En Europe ces approches sont encore très embryonnaires, avec des études menées en Scandinavie (avec l'Australie), et le projet FALCON financé par la CEDR en 2016-18 qui a posé les bases d'une approche PBS/SIAP pour l'Europe. Ceci intéresse la Commission européenne (DG-MOVE), qui a également entrouvert la porte pour les dispositifs pouvant améliorer les performances aérodynamiques des poids lourds moyennant des sur-longueurs. En France la réglementation du 44 t (4/12/2012) a intégré quelques dispositions issues des PBS sans pour autant entrer formellement dans ce cadre (poids d'essieu maximum à 12 t au lieu de 13 t, poids maximum du tridem à 27 t au lieu de 31,5 t, suspensions pneumatiques pour les essieux moteurs, dispositif de pesée embarquée obligatoire).

L'atelier présentera un aperçu rapide du cadre des PBS et de son application dans les pays concernés, les enjeux et attentes au niveau européen et la discussion sera ouverte sur les critères de performances à mettre en œuvre vis-à-vis de la durabilité des chaussées et de la sécurité routière.

3. SIAP (Smart Infrastructure Access Policies)

L'objet des politiques dites IAP (*Intelligent Access Program*) ou SIAP en Europe (*Smart Infrastructure Access Policies*) consiste à assurer que les bons véhicules (poids lourds) circulent sur les routes adaptées et aux moments appropriés³. Compte tenu des écarts pouvant survenir entre les capacités d'une infrastructure existante (ancienne) et les exigences de nouveaux véhicules, respectant la réglementation prescriptive, ou en transport exceptionnel, ou encore soumis à PBS, le principe est de définir des itinéraires soumis à autorisation d'accès (permanentes ou temporaires), et de délivrer ces autorisations aux seuls véhicules vérifiant des critères spécifiques à chaque itinéraire ou classe d'itinéraires. Cela peut concerner des itinéraires fragilisés (chaussées ou ouvrages dégradés, périodes de dégel, etc.) et donc les véhicules courants, ou des itinéraires permettant le passage de convois exceptionnels ou de véhicules au-delà des limites classiques (PBS, HCVs...). Les critères concernent les charges et leur répartition par essieu, mais aussi les dimensions voire d'autres critères (motorisation, capacité de freinage, etc.). Les autorisations peuvent dépendre des conditions climatiques ou de trafic (cas des autorisations temporaires ou par voyage), ou du seul itinéraire et en ce cas peuvent être permanentes. La délivrance de l'autorisation peut s'accompagner du paiement d'un péage. En cas de

² D'où le slogan de la conférence HVTT15 (Rotterdam, 2018) : *Economy on the wheels : fast changes, slow structures.*

³ *The right vehicle on the right road at the right time (+ paying the right fee)*

refus ou sans autorisation, le véhicule devra rester sur le réseau non soumis à autorisation, quitte à faire des détours. Avec les véhicules connectés, il est possible d'effectuer la transaction (demande et obtention de l'autorisation) pendant le trajet (mais avant de s'engager sur l'itinéraire concerné). Des systèmes de contrôles (de préférence automatisés) sont déployés pour vérifier que les véhicules empruntant les itinéraires soumis à autorisation respectent les règles, avec des sanctions lourdes en cas d'infraction (pouvant aller jusqu'à la suspension temporaire de l'autorisation d'activité de la société). Les politiques IAM/SIAP sont complémentaires des approches PBS dans la mesure où elles mettent en œuvre des critères de performances à vérifier par les véhicules. Mais elles peuvent être développées indépendamment du cadre de la réglementation générale des poids et dimensions. L'atelier présentera rapidement le cadre et la mise en œuvre de l'IAP (en s'appuyant sur l'exemple australien) et les perspectives du SIAP en Europe, avec notamment quelques résultats du projet FALCON. La discussion donnera la parole aux autorités et exploitants routiers (DGITM/DIT, sociétés concessionnaires et ASFA, collectivités locales) pour voir comment ces politiques pourraient être mises en œuvre sur leurs réseaux et apporter des réponses aux problèmes de durabilité et de sécurité des infrastructures.

Un représentant de la profession des transports routiers (FNTR, OTRE ou URF) sera invité à la table ronde, notamment pour réagir sur les sujets 2 et 3.

Programme prévisionnel – jeudi 6 février 2020

14h30-14h35 : Introduction, objectifs et déroulement de l'atelier, Bernard Jacob (Université Gustave Eiffel)

Partie 1 (sujet 1)

14h35-14h50 : Aperçu sur l'approche probabiliste et fiabiliste de la sécurité routière et des infrastructures, indices de fiabilité et méthode FORM-SORM, Dimitri Daucher (Université Gustave Eiffel /COSYS/LEPSIS)

14h50-15h00 : Mise en œuvre de l'approche fiabiliste pour les infrastructures routières, Jean-Michel Piau (Université Gustave Eiffel /MAST/LAMES)

15h00-15h20 : Discussion, table ronde, B. Jacob (animation), Jean-Michel Piau, Dimitri Daucher, Christine Leroy (Routes de France), Claude Rospars (IREX), Patrick Lerat (Vinci Concessions), Thierry Goger (FEHRL)

Partie 2 (sujets 2 et 3)

15h20-15h35 : Aperçu des approches PBS et IAP/SIAP et mise en œuvre à l'étranger, B. Jacob

15h35-15h50 : Critères de performances et catalogues de structures (FALCON), perspective de mise en œuvre de SIAP en Europe/France, Pierre Hornych (Université Gustave Eiffel /MAST/LAMES)

15h50-16h15 : Discussion, table ronde (PBS et SIAP), B. Jacob (animation), Pierre Hornych, Hervé Guiraud (Cerema), Didier Colin (DGITM/DIT), Patrick Lerat (Vinci Concession), Stéphane Levesque (URF), Thierry Goger (FEHRL).

Version du 28/01/2020