

La robustesse des réseaux face aux crises

Colloque 28 septembre 2012
organisé par la DREAL Rhône-Alpes

Séquence 3 – une démarche d'adaptation permanente

➔ *L'évolution de la réglementation, comment prendre en compte les nouvelles données sur le risque sismique ?*

Jean Philippe Marion (APRR) – Bonjour. Autoroutes Paris Rhin-Rhône, c'est 1850 km d'autoroutes principalement entre Paris, Lyon, Nancy, Mulhouse et Genève avec un petit morceau entre Bourges et Clermont-Ferrand. Il est important de le préciser, car le risque sismique est en relation avec des zones géographiques différentes.

Le champs de l'étude : nous avons sur le réseau, 2 350 ouvrages d'art qui présentent 1,3 millions de m² de tablier et 150 000 m² de murs de soutènement et 4 tunnels. Certains murs de soutènement sont importants avec plus de 10 m de haut et des murs en terrasse. Nous avons des ouvrages d'art relativement petits et des ouvrages plus importants de type viaduc : le viaduc de Nantua par exemple sur l'A40 avec le tunnel de Chamoise juste devant. Ce viaduc mis en service en 1987 était à deux fois une voie et lorsqu'il a été construit en 1985, il n'existait pas de réglementation sismique et n'a donc pas été conçu pour résister. Le deuxième viaduc, mis en service lors du doublement du tunnel de Chamoise en 1995, a pris en compte les règles PS 92, sorties en 1992. Aujourd'hui, la nouvelle réglementation a changé le zonage et les règles. On peut considérer aujourd'hui que les deux ouvrages ne sont pas conformes à la nouvelle réglementation : si on les construisait aujourd'hui, on les construirait différemment par rapport au risque sismique.

Quelques éléments de contexte simplifiés : les premières règles sismiques datent de 1992. Sur la partie ouvrage d'art, l'approche était forfaitaire depuis 1972 et avant, il n'existait pas encore de règles. La nouvelle réglementation séisme date de 2002 – 2010 et comporte différents textes : un plan séisme et une circulaire de 2002 qui demande aux maîtres d'ouvrages de regarder éventuellement les conséquences sur les ouvrages existants. Ce texte parle de bâtiment mais aussi de manière générale des installations d'infrastructures et de renforcements d'ouvrages, mais il ne s'agit pas d'une démarche obligatoire. Pour APRR la démarche vis-à-vis du concédant est arrivée via un contrat de plan 2009-2013 qui nous demandait d'effectuer un recensement par rapport au nouveau zonage et à la nouvelle réglementation ainsi qu'un diagnostic des ponts, murs, tunnels et bâtiments. Pour ce faire, nous nous sommes basés sur les euro-codes en particulier ceux de la partie séisme, sur un guide méthodologique mis au point par le SETRA relatif au diagnostic et au renforcement des ouvrages existants et enfin sur SISMOA qui est un outil de calcul développé par le SETRA permettant une approche plus standardisée et plus rapide qu'une approche ouvrage par ouvrage.

Nous avons commencé par le recensement. Nous avons positionné les ouvrages par rapport au nouveau zonage et effectué un premier tri à partir de l'outil SISMOA. Cet outil ne permet pas de traiter certains gros ouvrages qui ont donc fait l'objet d'expertises particulières. Une grosse partie de notre réseau est sur un aléa très faible donc peu concernée par le risque sismique, le reste du réseau étant sur de l'aléa faible ou modéré. Nous n'avons pas d'aléa moyen. Typiquement, sur certaines zones comme Clermont-

Ferrand, il n'y a pas de risque sismique.

L'outil SISMOA consiste en une feuille de calcul excel qui donne le risque sismique. Le risque sismique, par définition c'est l'aléa X la vulnérabilité X l'importance. L'aléa est donné par décret, en fonction de la position des ouvrages. La vulnérabilité est la capacité des ouvrages à reprendre les sollicitations sismiques. L'importance est en lien avec la position géographique de l'ouvrage et son activité. SISMOA détermine une note entre 0 et 150. Le risque sismique comprend 3 niveaux : faible entre 0 et 50, moyen de 50 à 100 et élevé au-dessus de 100. On considère que les ouvrages dont la note est au-dessus de 50 présentent un risque sismique. Ils sont considérés comme vulnérables et nécessitent un diagnostic particulier.

Dans ces démarches, trois phénomènes induits ne sont pas pris en compte comme la liquéfaction des sols pour laquelle les données géologiques ne sont pas prises en compte lors de la construction. Il faudrait faire des sondages particuliers pour les évaluer. Nous ne disposons pas de ces éléments aujourd'hui. Pour les glissements de terrains : une petite partie est prise en compte au niveau de l'A40. Les glissements de terrains sont à mettre en parallèle des chutes de blocs. Toujours sur l'A40, dans des zones avec des falaises dominantes, nous avons considéré que ce phénomène n'était pas le principal mais constituait un phénomène induit. Le risque existe donc aujourd'hui. Le séisme n'est qu'un fait déclencheur mais le phénomène peut aussi se produire sans séisme. Un certain nombre d'ouvrages a été construit pour l'A40 dans des zones où il existe un risque de chute de blocs. Les chutes de blocs sont prises en compte au niveau des ouvrages notamment par des systèmes de type coques.

Sur les 2350 ouvrages, 50 sont à considérer comme étant vulnérables et font l'objet d'études particulières visant à définir les renforcements à réaliser et leur coût. Nous avons donc défini quelques familles d'ouvrages. Nous modélisons l'ouvrage pour un séisme réglementaire. A l'issue de la modélisation nous regardons s'il est nécessaire de le renforcer. Dans une démarche itérative, nous modélisons à nouveau les parties renforcées afin de vérifier s'il n'y a pas d'autres éléments plus faibles à renforcer. Des propositions de renforcement sont ensuite faites avec une recherche optimale. Dans le guide du SETRA, l'objectif pour un ouvrage existant n'est pas de rendre l'ouvrage conforme à la réglementation actuelle comme s'il s'agissait d'un ouvrage neuf. Il est possible d'agir en mode dégradé. L'âge et l'état de l'ouvrage sont des facteurs importants : on en va pas renforcer un ouvrage en fin de vie comme s'il s'agissait d'un ouvrage neuf. On admet donc un mode dégradé pour ces ouvrages.

Pour les murs de soutènement, il n'existe pas d'outils. Le SETRA développe aujourd'hui SISMUR de manière analogique à SISMOA, il n'est pas terminé et pas adapté à nos ouvrages. Nous avons donc regardé des sections de mur « type » prises à la fois au hasard et sur des éléments importants. Il est certain que les murs ne sont pas dimensionnés pour les séismes mais ils ont été sur-dimensionnés en phase construction, ce qui compense et permet de considérer que la plupart de ces soutènements reprendraient aujourd'hui des secousses sismiques. Seules quelques sections particulières ont nécessité une vérification plus détaillée.

Pour les tunnels, il n'y a pas non plus de méthodologie et nous avons donc également vérifié des sections type ainsi que des points particuliers. Globalement un tunnel dans un massif ne risque pas grand-chose hormis dans le cas où il existe une faille. En revanche il

existe davantage de risques aux extrémités ou au niveau des usines de ventilation. En diagnostics complémentaires, nous avons à regarder une gaine de ventilation ainsi qu'une usine de ventilation surplombant l'autoroute. Ces vérifications consistent à refaire un calcul complet de la gaine ou de l'usine de ventilation.

En conclusion, le diagnostic permet de hiérarchiser les ouvrages vis-à-vis du risque sismique. Mais les ouvrages considérés comme peu vulnérables par l'étude ne sont pas forcément conformes à la réglementation actuelle ce qui signifie qu'en cas de séisme, ces ouvrages-là pourraient subir des dommages. En s'intéressant à un itinéraire donné, on pourrait renfoncer un certain nombre d'ouvrages, en laisser d'autres et au final globalement en cas de séisme, l'itinéraire ne serait pas forcément sécurisé.

La question ensuite est donc de déterminer les ouvrages à renforcer. Faut-il s'arrêter à la hiérarchisation telle que donnée par l'étude ou faut-il agir et renforcer selon une logique d'itinéraire ?

Yannick Mathieu (DREAL RA) – Merci bien. Des questions sur cette présentation ?

Patrick Landry (CETE de Lyon). Pouvez-vous donner des exemples de consolidation d'ouvrages ?

Jean Philippe Marion (APRR) – Nous n'avons pas de retours d'expérience de séismes sur les ouvrages en France. Nous avons en revanche des retours d'expérience en Italie et au Japon. Au Japon, nous avons parlé de Fukushima mais il y a eu auparavant le séisme de Kobé durant lequel tous les ouvrages étaient tombés. Les japonais ont fait des travaux et lors du séisme de Fukushima, les ouvrages d'art sont quasiment tous restés debout.

Comment un ouvrage peut-il tomber ? Selon les types d'ouvrages, par perte d'appui du tablier lors des secousses ou en raison d'une mauvaise résistance des appuis proprement-dits avec des piles qui plastifient, plient et tombent. Tout cela les cas extrêmes de chutes d'ouvrages. Il y a ensuite des désordres plus mineurs davantage liés aux extrémités de l'ouvrages et que quelques petits travaux en permettent à nouveau l'usage.

La difficulté est de savoir ce que l'on attend de l'ouvrage face à un séisme et dans quel délai on souhaite la remise en service : si par exemple il faut pouvoir faire passer des secours une heure ou une journée après ou si par exemple il faut maintenir une activité économique avec un trafic et des charges lourdes.

Pour un petit ouvrage pour lequel le risque est limité, il est relativement facile de faire des ponts provisoires. Pour le cas extrême d'un viaduc il faut compter quasiment deux ans. L'impact n'est pas le même.

Philippe Ledenvic (DREAL RA) – Une fois faite l'analyse de risque ouvrage par ouvrage, avez-vous croisé ça avec l'enjeu de l'ouvrage sur votre réseau ?

Jean Philippe Marion (APRR) – La partie « importance » de la note prend en compte cet aspect-là, qu'il s'agisse d'un ouvrage routier ou autoroutier.

Philippe Ledenvic (DREAL RA) – Si je pose ma question jusqu'au bout, il y a ensuite la question de l'impact sur le maintien de la fluidité entre le point A et le point B.

Jean Philippe Marion (APRR) – Il y a deux choses : le ruban autoroutier proprement dit et, dans la mesure où une autoroute coupe un territoire en deux, les autres ouvrages type PI ou PS qui permettent de passer dessus ou dessous. L'impact peut aussi être sur

l'extérieur et la note d'importance en tient compte. C'est à dire qu'un ouvrage qui permet un rétablissement de route et qui serait juste à côté d'un centre hospitalier est pris en compte. En revanche, comme nous n'avons pas forcément tous ces éléments, nous avons fait un certain nombre d'hypothèses et majoré cette note d'importance. Sur les ouvrages qui ressortaient de ce calcul, nous avons vérifié pour chacun s'ils étaient concernés ou pas.

Yannick Matthieu (DREAL RA) – Dans la grille multi-critère prenant en compte le zonage, la vulnérabilité ainsi que la partie stratégique, qui décide ?

Jean Philippe Marion (APRR) – Dans le guide méthodologique, les notes sont définies en fonction de critères évalués par les experts de l'État des séismes.

Yannick Matthieu (DREAL RA) – Pour prolonger la question, à l'heure où l'on travaille essentiellement par itinéraire, pour la gestion du patrimoine, il est étonnant qu'il puisse y avoir à un endroit donné un « mouton noir », une brèche infranchissable qui fasse que nous perdons l'itinéraire. Il est étonnant qu'il faille ensuite re-boucler avec une lecture par itinéraire.

Jean Philippe Marion (APRR) – C'est une approche par analyse de risque qui permet de hiérarchiser les ouvrages. Si on veut effectivement renforcer, il faudra avoir une approche par itinéraire.

Roger Journet (DDT 38) - Nous avons réalisé un travail d'approche de cette nature sur l'agglomération avec le concours du CETE. La vulnérabilité des ouvrages de la DIR Centre ont été évaluée. Il y a un intérêt à retirer dans le sens où, ayant apprécié que certains ouvrages étaient vulnérables, il est possible de réfléchir à des organisations de secours qui évitent ces ouvrages. Nous avons un circuit de ceinture autour de l'agglomération et avons fait un exercice d'organisation des secours que nous avons essayé d'organiser en dehors des ouvrages vulnérables. L'approche peut se faire dans les deux sens : elle peut être de dire : « je fais un programme de renforcement ou, je tiens compte de la vulnérabilité des ouvrages »

Jean Philippe Marion (APRR) – Cette approche sociétale peut se faire au niveau de la région. En cas de séisme, il faut se poser la question de l'arrivée des secours au niveau de la zone sinistrée et ensuite de la façon de rétablir par exemple l'activité économique. Quels sont donc les itinéraires à sécuriser, les itinéraires locaux ou les itinéraires autoroutiers ?

Stéphane Sadak (EMIZ) – Dans les 50 ouvrages que vous avez identifiés comme vulnérable, si l'on devait faire une priorisation de consolidation, de qui arrive la décision de donner telle ou telle priorité qui intègre cette notion d'itinéraire par exemple pour l'arrivée des secours en priorité dans tel ou tel quartier de la ville? Qui pour vous qui êtes opérateurs, qui vous donne le « go » pour la priorité d'un ouvrage sur un autre ?

Jean Philippe Marion (APRR) – Nous ne sommes que concessionnaires et la décision finale est prise au niveau de l'État en charge des concessionnaires autoroutiers. Souvent il s'agit aussi d'éléments négociés dans les contrats de plan.

Jean Schwander (Contrôle des concessions autoroutières) – Je peux apporter un complément en tant qu'autorité concédante. Jean-Philippe Marion vous a fait remarquer que l'analyse qui a été faite là, a eu lieu dans le cadre d'un contrat de plan. Ces contrats sont signés entre l'État, autorité concédante et le concessionnaire pour une période de cinq ans. Le contrat actuel porte sur la période 2009 – 2013. Les études faites dans le cadre de ce contrat sont analysées et doivent être suivies des faits dans le contrat suivant 2014-2018. C'est en dernier ressort l'État, après une phase de négociation avec le concessionnaire qui peut prioriser des itinéraires, indiquer qu'il est indispensable de renforcer certains ouvrages et pas d'autres.

En tant qu'autorité concédante mais comme maillon d'une chaîne état plus globale, le moment de la discussion venue, nous faisons le tour de nos collègues de l'État qui ont aussi leur mot à dire. En effet, dès lors que l'activité économique est en jeu au premier plan, beaucoup d'acteurs peuvent avoir des opinions intéressées sur le sujet. La synthèse en est ensuite faite. Je rappelle que tous les contrats font l'objet d'un décret signé par le premier ministre ce qui représente l'assurance que la volonté de l'État est exprimée, arbitrée, validée pour l'intérêt général.

Jean-Philippe Marion (APRR) – Nous avons des exemples passés de type renforcement de piles aux chocs pour les ouvrages d'art construits avant 1972 qu'il a fallu renforcer. De la même manière, nous avons fait une étude à la demande de l'État et renforcé les ouvrages concernés. Ce sont des choses déjà pratiquées depuis longtemps.

Yannick Mathieu (DREAL RA) – Nous avons bien compris qu'il est important de savoir où l'on construit un pont et que les données de mécanique des sols et de géotechnique sont importantes. Je comprends bien que vous n'avez pas cette connaissance physique par rapport au phénomène de déclenchement de la liquéfaction des sols. Est-ce que par exemple sur les cinq ouvrages dont la note est la plus élevée vous réalisez une étude plus approfondie du déclenchement de la liquéfaction des sols ?

Jean-Philippe Marion (APRR) – Les coupes géologiques des terrains sur lesquels sont implantés les ouvrages nous montrent que nous ne sommes pas dans des sols liquéfiables. Mais cela mérite d'être vérifié lors des interventions sur les ouvrages avec des essais adéquats, avant la consolidation, au moment des études détaillées. La liquéfaction des sols se pose aussi sur les sections courantes.

Yannick Mathieu (DREAL RA) – En vous remerciant !