

**XXIV<sup>e</sup> CONGRÈS MONDIAL DE LA ROUTE  
MEXICO 2011**

**SUISSE – RAPPORT NATIONAL**

**SÉANCE D'ORIENTATION STRATÉGIQUE TSC**

**UNE APPROCHE STRATEGIQUE  
A LA SÉCURITÉ :  
METTRE LES CONNAISSANCES EN PRATIQUE**

C. Mariotta  
Office fédéral des routes/OFROU  
Commission de recherche en matière de routes  
carlo.mariotta@bluewin.ch

## RESUME

Le paquet de recherche "Sécurité du système routier et de ses ouvrages d'art" illustré dans ce rapport national a comme objectif de fournir des aides à la décision et des méthodes à l'attention des administrations routières. Ces aides et méthodes doivent leur permettre de mobiliser avec un but précis et adéquat des ressources financières limitées pour atteindre le niveau de sécurité requis concernant l'ensemble du système routier et pour l'entretenir.

Le paquet de recherche comporte des projets spécifiques et un document de synthèse traitant les thèmes suivants:

- Bases d'une méthode pour une appréciation comparative des risques
- La notion de risque du réseau et des ouvrages d'art
- Efficience et efficacité des stratégies d'intervention
- Scénarios d'évolution des dangers
- Validation de la méthode par une région test

Ce rapport national se concentre sur le système routier. L'ensemble du paquet de recherche se penche aussi sur des domaines spécifiques:

- Réflexions sur les aspects juridiques
- Ouvrages d'art: inventaire du traitement de la sécurité structurale des ouvrages d'art existants
- Analyse et méthode pour la sécurité sur les chantiers d'ouvrages d'art

Tous les documents cités sont disponibles gratuitement sur le site [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch)

Le déroulement du projet a permis une large concertation entre plusieurs unités administratives différentes permettant d'établir des approches en commun et un partage de connaissances spécifiques. Le tout représente une valeur ajoutée considérable.

La méthodologie proposée concernant l'appréciation du risque comparative est appropriée pour l'application aux domaines de sécurité divers. Elle crée les conditions pour un traitement unitaire et pour la comparabilité des risques divers. Elle permet en particulier l'évaluation du risque pour l'ensemble du réseau routier. Elle représente un instrument valide pour développer davantage le système de gestion des risques. Elle nécessite toutefois un volume de travail considérable. En outre, l'application de l'approche basée du risque peut être mise en œuvre seulement si les bases légales sont réunies et si la pratique judiciaire accepte l'approche.

## **1. INDEX**

### **1. LE CONTEXTE SUISSE**

### **2. SÉCURITE DU SYSTÈME ROUTIER ET DE SES OUVRAGES D'ART**

#### **2.1. BASE D'UNE MÉTHODE POUR UNE APPRÉCIATION COMPARATIVE DES RISQUES (PROJET PARTIEL)**

2.1.1. Définition du problème et objectifs du projet

2.1.2. Buts et procédé

2.1.3. Résultats

2.1.4. Perspectives et mise en pratique

#### **2.2. LA NOTION DU RISQUE DU RÉSEAU ET DES OUVRAGES D'ART EN PARTICULIER (PROJET PARTIEL)**

2.2.1. La notion du risque de réseau

2.2.2. Définition du système

2.2.3. Estimation des risques

2.2.4. Evaluation du risque

2.2.5. Ouvrages d'art

#### **2.3. EFFICIENCE ET EFFICACITE DES STRATÉGIES D'INTERVENTION (PROJET PARTIEL)**

#### **2.4. SCÉNARIOS D'ÉVOLUTION DES DANGERS (PROJET PARTIEL)**

#### **2.5. VALIDATION DE LA MÉTHODE PAR UNE RÉGION TEST (PROJET PARTIEL)**

### **3. CONCLUSION**

## **2. INDEX DES FIGURES**

FIGURE 1: Les tâches de l'OFROU

FIGURE 2: Le réseau des routes nationales

FIGURE 3: Trafic-marchandises transalpin 1981-2009: nombre de camions par an et par passage alpin

FIGURE 4: Evolution des embouteillages sur les routes nationales entre 1994 et 2009 (en heures)

FIGURE 5: Représentation du déroulement d'une appréciation des risques

FIGURE 6: Estimation de toutes les conséquences

FIGURE 7: Résumé de la méthode

FIGURE 8: Arbre d'événement partiel pour les problèmes d'ouvrage et les problèmes des types d'ouvrage

FIGURE 9: Exemple de vérification d'une condition relative pour la stratégie d'intervention optimale

FIGURE 10: Scénarios d'évolution moyenne – variation absolue du risque attendue

## 1. LE CONTEXTE SUISSE

Le rapport national "Sécurité du système routier et de ses ouvrages d'art" met l'accent sur la thématique de la gestion des risques avec un aperçu initial du contexte suisse.

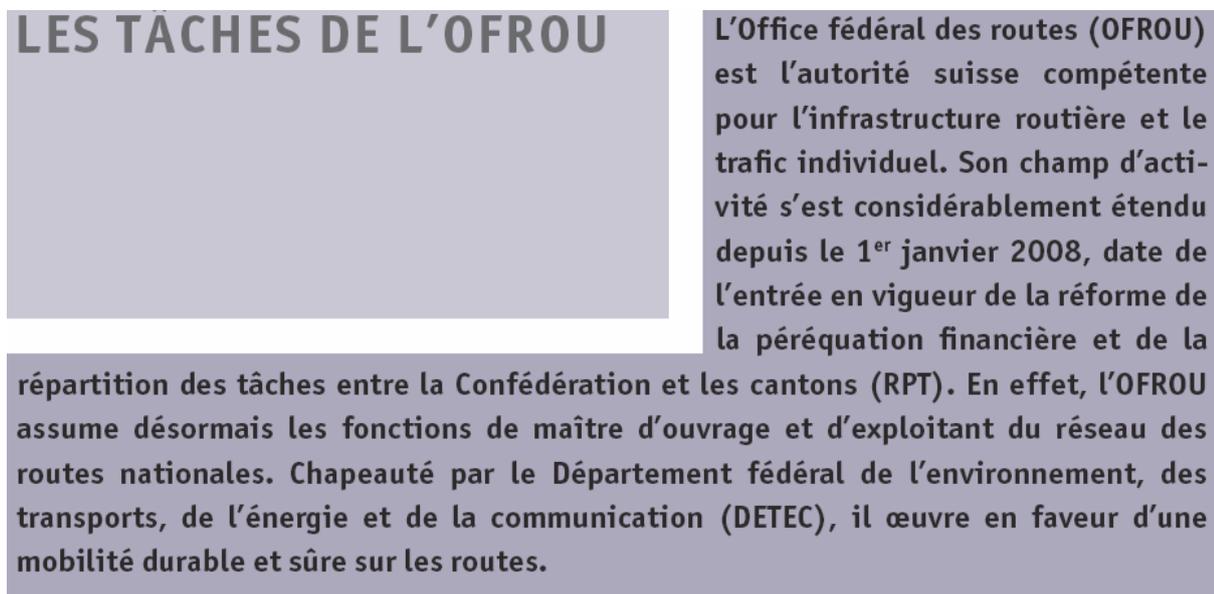


Figure 1 - Les tâches de l'OFROU

L'OFROU a pour missions :

- a) d'achever et de conserver un réseau de routes nationales sûr, performant et économique
- b) d'en assurer le bon fonctionnement et l'intégration dans le réseau transeuropéen
- c) de permettre aux personnes et aux véhicules d'accéder à la circulation routière
- d) d'améliorer la sécurité de toutes les personnes et de tous les véhicules dans la circulation routière
- e) de réduire les nuisances environnementales engendrées par cette dernière.

Pour atteindre ces objectifs, l'OFROU exécute en particulier les fonctions suivantes:

- a) Il élabore et met en oeuvre les décisions nécessaires à une politique cohérente en matière de circulation routière (transport de marchandises par route inclus) et de sécurité du trafic aux échelles nationale et internationale. Il se prononce notamment sur :
  - la construction, l'entretien et l'exploitation des routes nationales
  - l'exécution de la réglementation sur l'utilisation de la part du produit de l'impôt sur les huiles minérales affectée au trafic routier
  - les exigences concernant les personnes et les véhicules dans la circulation routière, le comportement à y adopter, les chemins pour piétons et de randonnée, les pistes cyclables et les voies de communication historiques (mobilité douce).
- b) Il exerce la haute surveillance sur les routes d'importance nationale.
- c) Il instruit les recours adressés au Conseil fédéral concernant des mesures locales touchant à la circulation.

Le thème stratégique "Sécurité routière et du trafic " représente un défi majeur face au réseau des routes nationales dont les caractéristiques sont les suivantes :

## LE RÉSEAU DES ROUTES NATIONALES

Quelque 26 kilomètres de nouvelles routes nationales ont pu être mis en service en 2009. Le réseau compte maintenant presque 1790 kilomètres, l'objectif actuel étant d'arriver à 1892,5 kilomètres. En 2010, 2 petits kilomètres supplémentaires viendront s'y ajouter. Il

restera ensuite une centaine de kilomètres jusqu'à l'achèvement du réseau, prévu d'ici quinze ans.

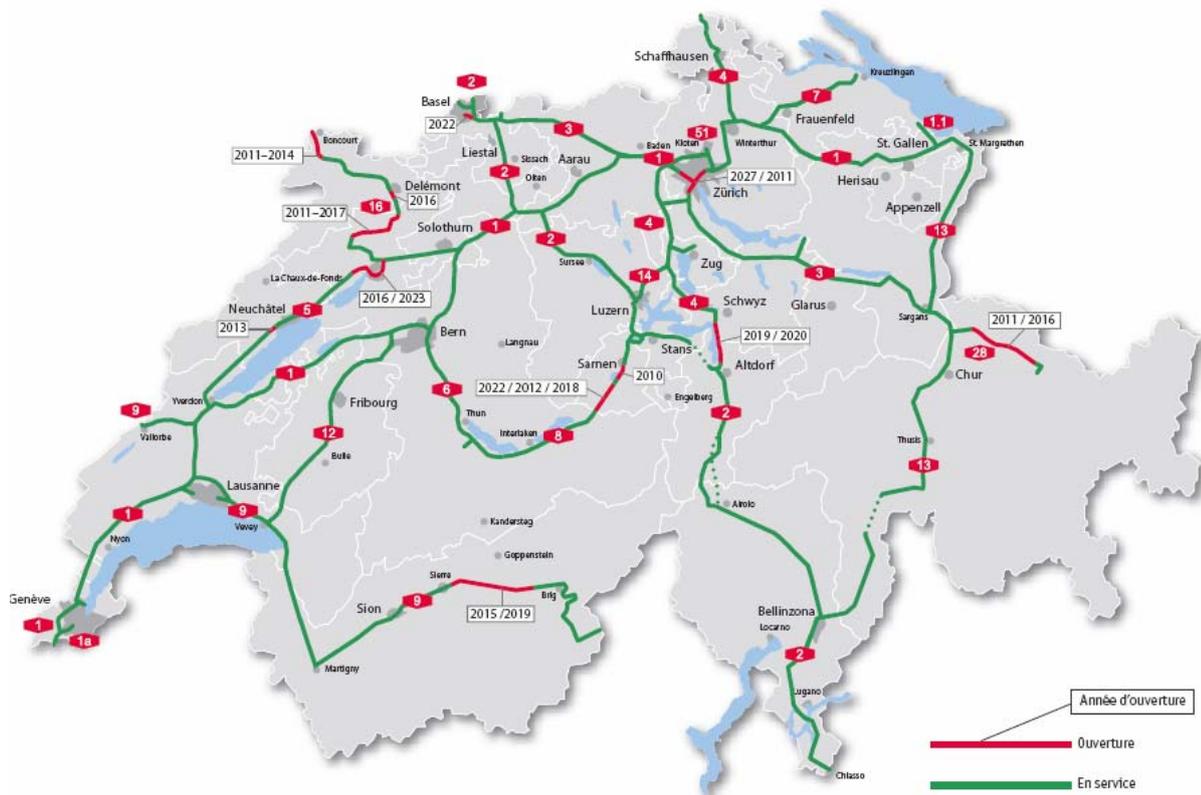


Figure 2 – Le réseau des routes nationales

Fin 2009, 1789,1 km de routes nationales étaient en service, à savoir:

Autoroutes à sept voies	1,2 km
Autoroutes à six voies	80,7 km
Autoroutes à quatre voies	1324,3 km
Semi-autoroutes à trois voies	1,9 km
Semi-autoroutes à deux voies	269,5 km
Routes à trafic mixte	111,5 km

Ce total correspond à 94,5 % de la longueur du réseau prévue.

Densité du trafic sur les routes nationale en 2009:

En 2009, les postes de comptage automatiques de l'OFROU ont dénombré près de sept millions de véhicules automobiles par jour en moyenne par jour. Ces postes de comptage sont actuellement au nombre de 175, dont 157 ont livré une série de données complètes l'année dernière

Le trafic marchandises transalpin mérite toujours une attention particulière en ce qui concerne la sécurité routière et du trafic

## LE TRANSPORT TRANSALPIN DE MARCHANDISES EN 2009

Le transport transalpin de marchandises par route a reculé en 2009. Au total, quelque 1,18 million de poids lourds ont emprunté les quatre principaux passages alpins suisses. Cela représente une baisse de 7,4 % par rapport à 2008.



Figure 3 – Trafic-marchandises transalpin 1981-2009: nombre de camions par an et par passage alpin

Il en est de même pour l'évolution des embouteillages sur le réseau des routes nationales:

La nette augmentation du trafic se répercute sur le nombre d'heures d'embouteillages, en hausse de 18 % en 2009 par rapport à 2008. Au total, 11 829 heures de bouchons ont été comptabilisées l'an dernier. A noter qu'en 2008, on avait enregistré la valeur la plus faible depuis

## L'ÉVOLUTION DES EMBOUEILLAGES SUR LES ROUTES NATIONALES

Résultats 2009

sept ans, avec 10 048 heures. La surcharge du trafic constitue la principale cause des encombrements, suivie des accidents et des chantiers.

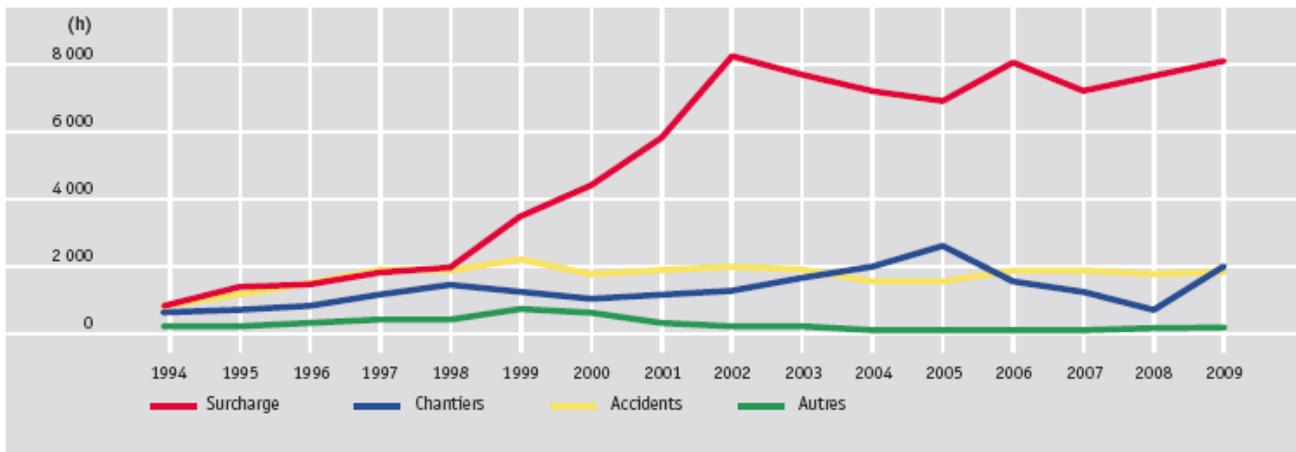


Figure 4 – Evolution des embouteillages sur les routes nationales entre 1994 et 2009 (en heures)

Le contexte suisse décrit ici ne fait que souligner l'importance du facteur "Sécurité". Pour donner une réponse à ces importants défis et pour se doter d'une systématique validée dans le cadre de la gestion des risques, l'Office fédéral des routes a lancé le paquet de recherche suivant

## 2. SECURITE DU SYSTEME ROUTIER ET DE SES OUVRAGES D'ART

Le paquet de recherche „Sécurité du système routier et de ses ouvrages d'art,, a été initié par le Groupe de travail recherche en matière de ponts dans le cadre de la recherche routière financée par l'Office fédéral des routes (OFROU). Il fournit une contribution pertinente dans le cadre du thème prioritaire *sécurité routière et du trafic* de la stratégie en matière de recherche routière pour la période 2008 – 2011.

L'objectif du paquet de recherche est de fournir des aides à la décision et méthodes à l'attention des administrations routières. Ces aides et méthodes doivent leur permettre de mobiliser avec un but précis et adéquat des ressources financières limitées pour atteindre le niveau de sécurité requis concernant l'ensemble du système routier et pour l'entretenir. Cela exige des méthodes qui permettent d'apprécier les risques des domaines de sécurité différents comme trafic routier, dangers naturels etc. et de les rendre comparables l'une à l'autre ainsi que de déterminer des mesures équilibrées et efficaces de la limitation de risque.

Le paquet de recherche se penche sur la méthodologie d'appréciation du risque et d'optimisation des mesures pour l'ensemble du système routier à un échelon supérieur et valide ces approches pour le domaine partiel ouvrages d'art. Il traite en outre les aspects juridiques comme condition pour l'application de l'approche basée sur le risque.

Le paquet de recherche comporte des projets partiels et un document de synthèse traitant les thèmes suivants:

- Bases d'une méthode pour une appréciation comparative des risques
- La notion de risque du réseau et des ouvrages d'art
- Efficience et efficacité des stratégies d'intervention
- Scénarios d'évolution des dangers
- Validation de la méthode par une région test

Ce rapport national se concentre sur le système routier. L'ensemble du paquet de recherche se penche aussi sur des domaines spécifiques:

- Réflexions sur les aspects juridiques
- Ouvrages d'art: inventaire du traitement de la sécurité structurale des ouvrages d'art existants
- Analyse et méthode pour la sécurité sur les chantiers d'ouvrages d'art

## 2.1. Base d'une méthode pour une appréciation comparative des risques (projet partiel)

### 2.1.1. Définition du problème et objectifs du projet

À travers les voies de communication nationales et internationales disponibles pour le transport public et privé, le réseau routier suisse contribue grandement à l'essor économique suisse. Simultanément, il comporte aussi une utilité pour les économies étrangères qui peuvent profiter de ces voies de communication, principalement de l'axe Nord-Sud qui traverse la Suisse. L'utilisation du réseau routier peut être évaluée par sa fonctionnalité. On mesure celle-ci avec sa connectivité, sa disponibilité, sa fiabilité et sa sécurité. La maximalisation de la fonctionnalité est de première importance pour le développement et l'entretien futurs du réseau routier suisse.

Le réseau routier comporte cependant des risques pour la société. On peut distinguer trois types de risques, qui peuvent s'influencer réciproquement.

- . Risques pour l'usager des routes.
- . Risques pour les tiers, par exemple pour la société, dans le cas d'accidents consécutifs.
- . Risques indirects pour la société, dus à l'investissement de ressources économiques qui auraient pu servir à réduire les risques dans un autre domaine.

En 2004, le Département fédéral des finances a élaboré les bases d'une nouvelle politique de gestion des risques par la Confédération. L'objectif de cette nouvelle politique est essentiellement d'augmenter l'efficacité des départements et des autorités administratives dans l'accomplissement de leurs tâches respectives. L'OFROU et les administrations routières doivent gérer différents risques dans leurs secteurs de responsabilité.

Les risques qui ont des causes similaires peuvent être regroupés dans des domaines de sécurité, notamment les risques dus aux accidents de la circulation, à l'infrastructure routière, aux dangers naturels, etc. Ces domaines de sécurité peuvent utiliser des méthodes d'appréciation des risques différentes. Ces méthodes varient non seulement dans l'estimation, mais aussi dans l'évaluation et la gestion des risques. Les domaines de sécurité ayant chacun leurs propres caractéristiques, les risques ne peuvent pas être facilement agrégés et comparés. Ce manque, qui a été ressenti aussi bien à l'OFROU que dans les autres administrations des routes, est à l'origine de ce projet partiel.

### 2.1.2. But et procédé

L'objectif de la méthode pour une appréciation comparative des risques et de proposer une assistance consistante à la prise de décision, pour garantir l'amélioration du niveau de sécurité dans le réseau routier suisse. Il est évident qu'il existe un large spectre de questions tout à fait différentes, rendant un examen détaillé au cas par cas nécessaire. Il est tout de même possible de poser quelques questions typiques sur les plans stratégique et opérationnel. Ces questions sont brièvement présentées ci-dessous.

Voici les questions que l'on peut se poser sur le plan stratégique:

- . Quel est le niveau de sécurité suffisant pour le réseau routier suisse et sur quelle base

- doit-on décider où et quand ce niveau doit être amélioré ?
- . Quel budget doit être mis en place pour couvrir les pertes dues à des accidents ou à des catastrophes naturelles ?
  - . Dans quelles activités doit-on investir pour améliorer les systèmes de guidage du trafic, les ouvrages de protection, la sécurité des tunnels et des ponts ?
  - . Comment répartir les ressources, afin d'obtenir une efficacité maximale du budget et un niveau de sécurité justifié et homogène sur tout le réseau routier ?
  - . Quelles sont les variations des risques en fonction du temps, de quoi dépendent-elles et comment peut-on les gérer ?
  - . Comment doit-on communiquer en matière de gestion des risques, afin de garantir des prises de décision efficaces ?

Voici les questions que l'on peut se poser, pour une gestion des risques sur le plan opérationnel:

- . Quels sont les risques liés à des objets existants du réseau routier et comment peuvent-ils être réduits efficacement ?
- . Quels sont les risques liés à des activités planifiées sur le réseau routier et comment peuvent-ils être réduits efficacement ?
- . Comment des accidents isolés et des catastrophes naturelles influencent-ils la capacité du réseau routier et comment ces risques peuvent-ils être réduits efficacement ?
- . Quels sont les moyens et procédés efficaces permettant de réduire les conséquences en cas d'un accident ou de catastrophes naturelles ?

### 2.1.3 Résultats

Dans le cadre de ce projet, les responsabilités d'une administration routière vis-à-vis des risques ont été regroupées en cinq domaines de sécurité. Ils sont les suivants:

- . accidents de la route
- . dangers naturels
- . sécurité des structurales des ouvrages d'art
- . sécurité au travail
- . accidents majeurs.

Le projet se concentre sur ces cinq domaines. D'autres domaines, politique, juridique ou économique ne font pas directement l'objet de cette étude. Les connaissances développées dans le cadre de ce projet sont cependant applicables.

Dans le cadre d'une première analyse, les domaines de sécurité ainsi que leurs méthodes et instruments ayant une influence sur les risques dans le domaine routier ont été examinés et agrégés en fonction de leurs points communs. Cette analyse comprend la manière d'apprécier les dangers, les procédés de chaque méthode, les informations utilisées ainsi que les approches pour le choix et l'évaluation des mesures possibles. En synthétisant cette première analyse, il a été possible de mettre sur pied une procédure d'appréciation des risques qui peut être étendue et utilisée pour tous les domaines de sécurité.

Ce procédé est à prendre en compte comme une base pour une appréciation complète des risques. Pour certaines méthodes déjà utilisées dans la pratique, il constitue un complément. Pour des raisons de consistance et d'intégralité, il est nécessaire que cette méthode soit appliquée systématiquement. Cette procédure définit des étapes qui permettent de garantir des résultats comparables et agréables.

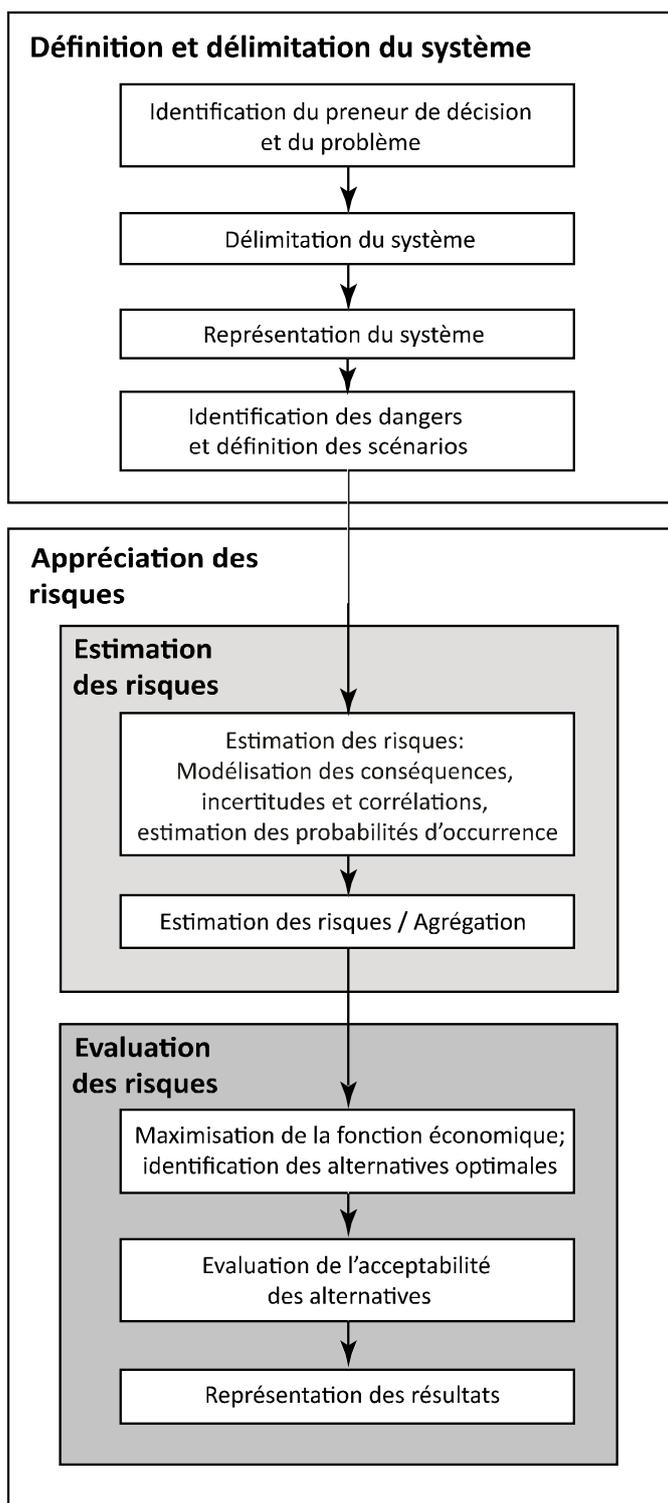


Figure 5 - Représentation du déroulement d'une appréciation des risques

Pour cette méthode, des directives ont été définies pour que les analyses de risques avec différents degrés de précision et différentes sources d'information puissent être comparées et agrégées de manière adéquate. L'état des connaissances au niveau international a été autant que possible adapté aux conditions suisses. Le but de cette méthode est d'agréger et de comparer les résultats de différents domaines de sécurité pour établir un budget réaliste des ressources nécessaires.

Le projet présente les risques, les composantes essentielles et les corrélations des prises de décisions basées sur les risques. Les prérequis et les caractéristiques de la méthode y sont présentés. Une appréciation comparative des risques y est approfondie. Les exigences essentielles à une comparabilité et une agrégation des risques y sont résumées par des principes directifs. Ils sont expliqués de manière plus détaillée, en traitant de leur utilisation. Différents niveaux d'approfondissement sont ainsi disponibles pour l'utilisateur et peuvent être utilisés en fonction des connaissances de celui-ci.

Le projet met l'accent sur la description des exigences concernant la définition du système. La définition du système est le fondement de toute l'appréciation comparative des risques. C'est dans cette définition que les différentes questions sont définies et analysées. Le niveau d'approfondissement de l'analyse est fixé en fonction des questions posées. Sur la base de la définition du système, les conséquences à prendre en compte dans l'appréciation des risques sont définies. Des directives en rapport avec ce sujet se résument dans la figure suivante:

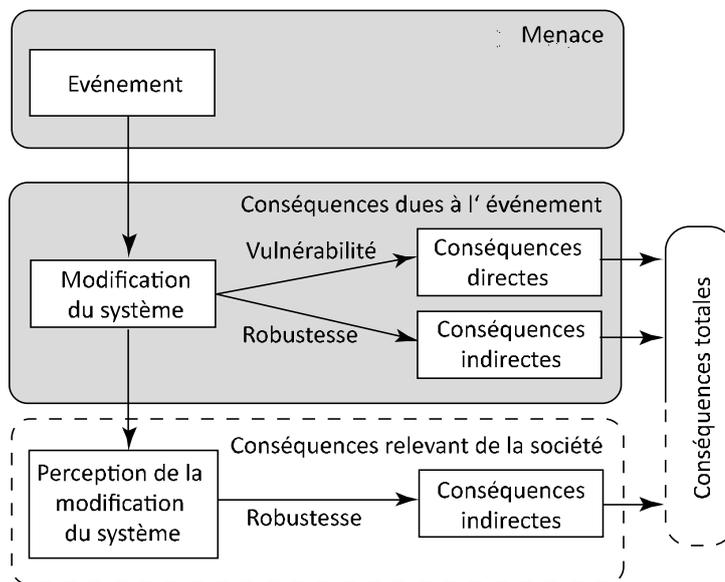


Figure 6 - Estimation de toutes les conséquences

La prise en compte des incertitudes traite de la partie de l'estimation des risques, dans laquelle la probabilité d'occurrence des événements et leurs conséquences sont quantifiées à partir des données disponibles et rassemblées dans la définition du système. Il est montré que la mise en commun de connaissances provenant de différents secteurs peut améliorer l'appréciation des risques et sa pertinence, notamment en intégrant des experts compétents. La connaissance des incertitudes est aussi une partie importante de l'agrégation des risques.

Le projet présente des mesures considérées comme acceptables, sur le plan des objets ou des réseaux. De même, le besoin éventuel d'un développement plus approfondi, de révision ou d'élaboration de normes et de directives pour garantir une certaine qualité dans l'appréciation comparative des risques est évalué dans le cadre de la méthode proposée.

#### 2.1.4. Perspectives et mise en pratique

La méthode proposée présente une base commune aux différents domaines de sécurité et complète cette base avec des conditions permettant la comparabilité des appréciations. Les méthodes utilisées jusqu'à présent peuvent être utilisées pour une appréciation comparative des risques, si les conditions présentées sont remplies. Cette méthode doit faciliter et améliorer la prise de décision, afin de rendre possible une allocation efficace et socialement responsable de la répartition des ressources. Les approches proposées permettent d'effectuer des appréciations de risques pour les différents domaines de telle sorte que les résultats soient comparables. Les directives fixent des exigences selon lesquelles les données déjà relevées et les résultats disponibles peuvent être utilisées dans la méthodique. La méthodique présentée a un gros potentiel de pouvoir améliorer la gestion du risque aussi bien au niveau opérationnel que stratégique.

La description de la méthode développée met en évidence que l'utilisation d'une communication adéquate en matière de risques est un moyen décisif pour gérer les risques causés par les accidents de la circulation ou les dangers naturels. Les détails concernant cette communication en matière de risque manquent actuellement. Cette thématique est assurément un problème qui doit être analysé individuellement. Le cadre de cette analyse dépasserait de loin le but du projet présenté ici. Quant à l'aspect des risques organisationnels, cette thématique est mentionnée, mais des recommandations générales en matière de modélisation de ces risques manquent. Si la méthode présentée dans le cadre de ce projet devait être utilisée pour la gestion des risques, cette thématique devrait être examinée de manière plus détaillée. Cela pourrait se faire sur la base du présent projet.

### 2.2. La notion de risque du réseau et des ouvrages d'art en particulier (projet partiel)

#### 2.2.1. La notion de risque du réseau

L'interruption d'un tronçon du réseau routier en raison d'un événement (événement de défaillance) engendre des conséquences sur le tronçon même ainsi que sur le réseau routier avoisinant. L'évènement de défaillance peut avoir des conséquences sur les personnes, l'environnement ou des valeurs économiques.

Par exemple, un incendie grave dans un tunnel routier cause des dommages corporels (morts et blessés) et des dommages matériels (coûts de remise en état). Ces dommages correspondent à des conséquences directes de l'évènement de défaillance. La suppression du tronçon de route pour les travaux de remise en état pendant des jours ou des semaines engendre du trafic de contournement sur le réseau routier avoisinant. Sur les routes de contournement, qui sont en générale plus longues que le tronçon supprimé, il en résulte des conséquences indirectes de l'évènement de défaillance (nombre d'accident élevé, coûts d'exploitation supplémentaires, perte de temps etc.). Les deux – conséquences directes de l'évènement de défaillance et conséquences indirectes en raison de la suppression du tronçon de route – constituent ensemble le risque du réseau du tronçon ou de l'objet considéré.

L'examen du risque du réseau part de défaillances causées par des événements. Ce sont soit des effets d'actions sur l'objet considéré, soit la défaillance de l'objet, soit des événements dus au trafic qui conduisent à la défaillance. Leur caractéristique est l'apparition soudaine et spontanée. Seuls les événements conduisant à une certaine durée de défaillance sont considérés. Les défaillances d'une durée de quelques heures seulement, par exemple à la suite d'accidents de la circulation habituels, ne font pas l'objet du projet. La limite de la durée de défaillance minimale considérée, qui conduit à un

transfert important du flux de circulation, est fixée à une journée. En partant de cette définition, les restrictions dues à la surcharge de trafic ou à la capacité insuffisante de la route ne font pas l'objet des considérations.

### 2.2.2. Définition du système

Dans la définition du système les délimitations et les conditions de bord doivent être précisées et le mode de fonctionnement essentiel du système défini. Y sont compris notamment la modélisation du réseau routier et du trafic concerné lors d'une défaillance d'un tronçon de route. Dans ce qui suit, ce réseau routier sera nommé réseau déterminant. La définition du réseau déterminant nécessite l'utilisation d'un modèle de trafic.

### 2.2.3. Estimation des risques

L'estimation du risque du réseau consiste en les éléments suivants:

- . Identification des évènements susceptibles de provoquer une défaillance de la route *ab* d'une durée  $\geq 1$  jour.
- . Estimation des fréquences et des durées de défaillance dues aux évènements. Il s'agit du nombre de jours de défaillance attendu par années. Ceci est désigné par risque de défaillance. Le risque de défaillance est nécessaire à l'évaluation du risque du réseau déterminant.
- . Estimation du risque des évènements de défaillance: Il s'agit des risques produits par les évènements de défaillance sur le tronçon de route *ab* considéré (dommages corporels, dommages économiques (biens matériels) et dommages causés à l'environnement). En général, ces risques sont des risques directs.
- . Estimation du risque du réseau déterminant: Il s'agit des risques causés par l'évènement de défaillance dans le réseau déterminant – y compris le tronçon *ab* lui-même. Ces risques sont affectés au tronçon *ab*. En général, ces risques sont des risques indirects. Font partie du risque du réseau déterminant, causé par le transfert du flux de trafic lors de la défaillance du tronçon *ab*, les risques dus aux accidents de la circulation (dommages corporels et matériels) ainsi que les conséquences comme les pertes de temps, les coûts d'exploitation et les atteintes à l'environnement.
- . Le risque du réseau généré par le tronçon *ab* correspond à la somme du risque dû aux évènements de défaillance et du risque du réseau déterminant.

### 2.2.4. Evaluation du risque

Le résultat de l'estimation du risque est les conséquences attendues, exprimées en morts, blessés, CHF, véhicule-heures, véhicule-kilomètres etc. par année. L'évaluation du risque consiste à exprimer les conséquences de façon homogène en CHF et à les évaluer selon des critères définis (optimisation et acceptabilité).

Comme le décrit la méthodologie de l'appréciation comparative des risques, l'évaluation des risques se base sur les éléments suivants:

- . Optimisation du point de vue du gestionnaire: seule les conséquences internes de l'administration des routes sont prises en compte.
- . Optimisation sociale: elle comprend la totalité des conséquences, indépendamment de la personne ou de l'objet affecté. Y compris sont par exemple l'évaluation des effets sur l'environnement ainsi que les pertes de temps et les coûts d'exploitation des usagers de la route.

- . Apprécier l'acceptabilité des risques pour les personnes sur la base du critère des coûts marginaux.

En ce qui concerne l'appréciation du risque du réseau, l'optimisation sociale est primordiale.

### 2.2.5. Ouvrages d'art

Pour les ouvrages d'art, il faut des méthodes pour évaluer et comparer le risque lié à des objets, isolés ou en groupe, ainsi que des mesures pour réduire ce risque. Vu le grand nombre et la diversité de ces ouvrages, tout comme la variété des atteintes possibles, le développement d'une méthodologie constitue un défi de taille. Les approches axées sur le risque – où les risques d'un ou de plusieurs objets sont estimés explicitement – n'ont jusqu'ici guère été utilisées pour les ouvrages d'art. Les contrôles de sécurité de ces derniers reposent actuellement sur diverses méthodes d'évaluation, des hypothèses pour l'effet des charges et les résistances et une prise en compte hétérogène des incertitudes. La garantie de la sécurité eu égard aux sollicitations résultant des charges est apportée sous forme de vérifications, dont il ne ressort pas le risque en cas de défaillance du système porteur.

La méthodologie d'appréciation du risque doit permettre de traiter aussi bien des parcs entiers d'ouvrages que d'étudier un ouvrage en particulier. Les exigences qui se posent pour l'application respectivement à des parcs et à des ouvrages isolés sont énumérées ci-dessous. Pour l'application à des parcs d'ouvrages:

- Aperçu et comparaison du risque pour divers types d'ouvrages d'art, d'atteintes ou de régions.
- Comparaison et fixation de priorités pour le risque au sein de catégories choisies d'ouvrages d'art, d'atteintes, de parties du système porteur et d'autres paramètres définis.
- Détermination de points faibles spécifiques de types ouvrages d'art (risques principaux pour un type d'ouvrages)
- Optimisation de mesures assurant une réduction efficace du risque sur l'ensemble du réseau et fixation d'un ordre de priorité (possibilité d'évaluer des mesures générales)
- Détermination de l'importance du risque pour les ouvrages d'art par rapport à d'autres risques (rendre possible les comparaisons)

Pour l'application à des ouvrages isolés:

- Estimation du risque pour l'objet précis découlant d'atteintes, de parties du système porteur, etc., globalement ou en particulier
- Evaluation des mesures et comparaison de diverses options pour l'objet considéré
- Définition de mesures prioritaires et classement des objets isolés figurant dans un inventaire limité
- Evaluation du degré d'acceptation du risque pour l'objet en particulier

Le risque  $R$  des objets d'art est calculé selon la formule suivante:

$$R_j = \sum (h_j \cdot p_{ff} \cdot C_j)$$

où  $h_j$  = fréquence des événements,  $p_{ff}$  = probabilité d'une défaillance si un événement se produit,  $C_j$  = conséquences et  $j$  = indice des scénarios d'événements. Le symbole « somme » exprime le risque pour toutes les atteintes considérées ou toutes les combinaisons d'atteintes et leurs conséquences.

### 2.3. Efficience et efficacité des stratégies d'intervention (projet partiel)

Une méthode générale doit être développée pour l'évaluation, quant à leur efficience et efficacité, des stratégies d'intervention visant une réduction des risques. Plusieurs exemples issus de la littérature montrent que de nombreuses méthodes sont actuellement utilisées, comme l'analyse coûts-bénéfices et la simulation, mais qu'il n'existe pas de méthode standardisée.

Basée sur la méthode développée dans le projet résumé au chapitre 2.1, la méthode présentée ici est composée des étapes suivantes:

la définition du problème,  
la détermination des coûts et bénéfices des stratégies d'intervention et  
l'évaluation des stratégies d'intervention

La première étape inclut la formulation du problème et la délimitation de l'objet d'investigation, l'identification des dangers potentiels et les composants du système à examiner, ainsi que la détermination des buts et des conditions générales du client. Les stratégies d'intervention retenues pour être évaluées avec la méthode présentée dans le présent rapport résultent en général de l'expérience ou d'une analyse sommaire. Pour l'analyse du risque dans l'étape de détermination des coûts et bénéfices des stratégies d'intervention, il faut estimer les probabilités des événements ainsi que leurs conséquences. L'évaluation des stratégies d'intervention est déterminée en prenant en considération les conditions absolues et relatives. La stratégie d'intervention optimale est celle qui a la plus haute efficacité. L'efficacité est la différence entre les bénéfices et les coûts de la stratégie d'intervention examinée et la stratégie d'intervention de référence.

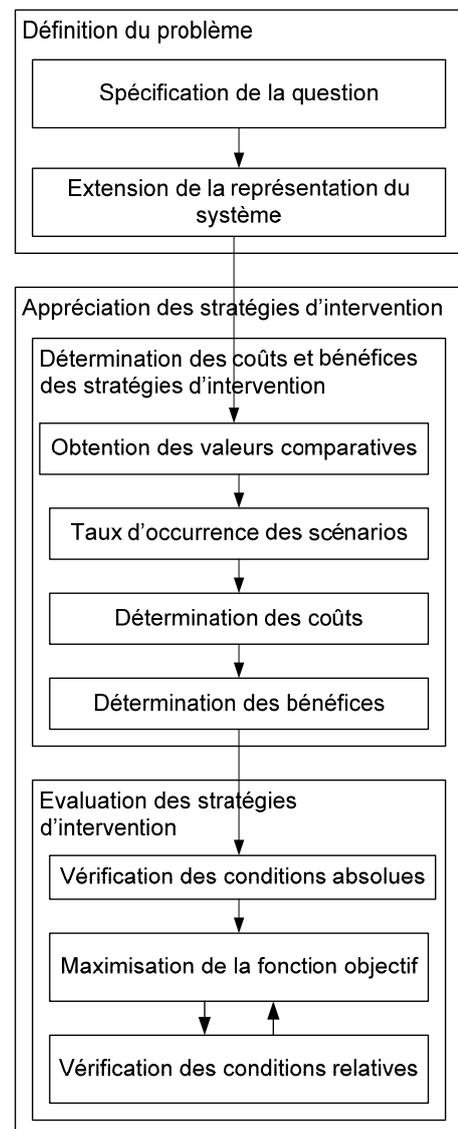


Figure 7 – Résumé de la méthode

Cette méthode pour apprécier les stratégies d'intervention est indépendante du niveau de détail requis dans l'analyse et elle est applicable à l'évaluation des stratégies d'intervention concernant aussi bien des ouvrages individuels que des réseaux routiers entiers. Elle comprend les étapes générales suivantes:

- Définition du problème, incluant sa thématique, la détermination des stratégies d'intervention possibles et la précision de la représentation du système. Il est proposé de faire une représentation du système sous forme d'un arbre des événements composé des scénarios qui peuvent se produire pendant la période de temps examinée. Chaque scénario est composé de l'événement, p.ex. avalanche, l'effet de l'événement sur l'ouvrage, p.ex. l'épaisseur de la couche de neige, le changement physique correspondant, p.ex. effondrement de l'ouvrage, et les conséquences directes et indirectes pouvant être exprimées en argent. Chaque scénario peut se produire plusieurs fois.

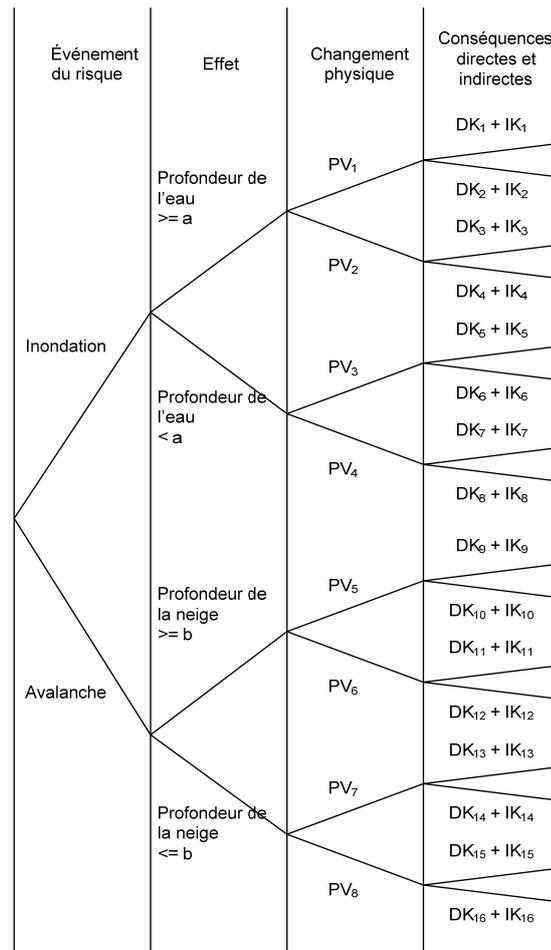


Figure 8 - Arbre d'événement partiel pour les problèmes d'ouvrage et les problèmes des types d'ouvrage

- Détermination des coûts et bénéfices des stratégies d'intervention, incluant l'obtention des valeurs de comparaison, les taux d'occurrence des scénarios et l'estimation des coûts et bénéfices,
- Evaluation des stratégies d'intervention, incluant la vérification des conditions absolues, la détermination des stratégies d'intervention optimales et la vérification des conditions relatives. Les méthodes spécifiques à être utilisés à déterminer les stratégies d'intervention optimale qui satisfont les conditions absolues et relatives pour les stratégies d'intervention discrète sont données.

La méthode développée peut être facilement illustrée graphiquement. Les stratégies d'intervention sont représentées comme points dans un diagramme coûts/bénéfices. L'efficacité des stratégies d'intervention est présentée dans la partie supérieure du diagramme comme la distance verticale entre le point qui représente la stratégie d'intervention et la ligne d'efficacité. La stratégie d'intervention qui maximise l'efficacité (bénéfice-coût) est la stratégie optimale.

La stratégie doit cependant aussi remplir les exigences relatives, p. ex. le critère des coûts marginaux pour sauver une vie humaine. Ces coûts marginaux sont vérifiés dans la partie inférieure de diagramme. La stratégie d'intervention remplit le critère des coûts marginaux si les pentes des lignes droites qui connectent la stratégie avec toutes les autres stratégies d'intervention qui sont plus chères et qui ont des réductions des taux de fatalité plus élevés, sont moins inclinées que la ligne du critère des coûts marginaux.

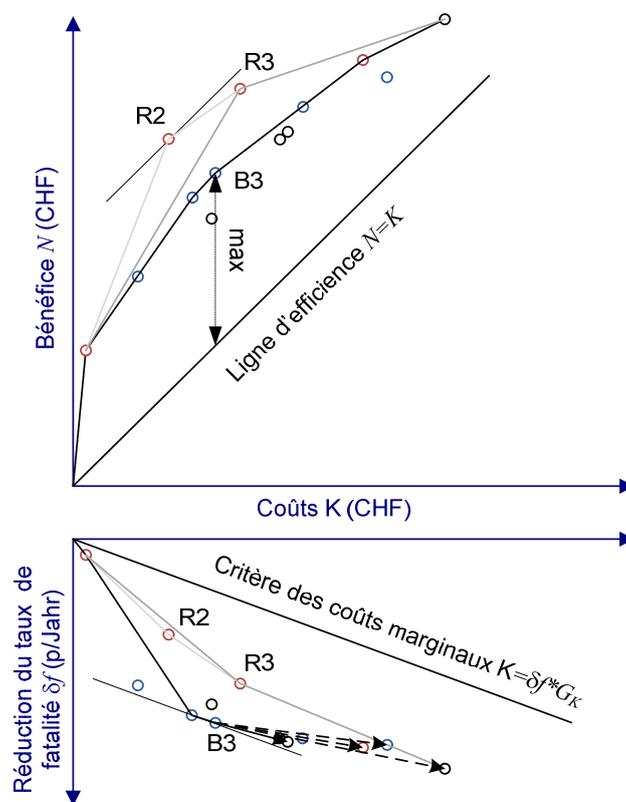


Figure 9 - Exemple de vérification d'une condition relative pour la stratégie d'intervention optimale

#### 2.4. Scénarios d'évolution des dangers (projet partiel)

La sécurité du système de transport routier et de ses ouvrages d'art subit constamment de nouvelles évolutions. Ces évolutions découlent de différents facteurs, p. ex. de variations du volume de trafic ou encore de nouveautés techniques dans le domaine des transports et des véhicules. Toutes ces influences trouvent en fin de compte des racines dans des processus fondamentaux, qu'ils soient sociétaux ou naturels, tels que p. ex. la situation économique et le changement climatique.

Si l'on ne considère que la situation actuelle du système de transport routier, on court le risque de mal utiliser les moyens disponibles en comblant les déficits de sécurité existants, du fait que les mesures prises ne sont pas en phase avec des évolutions nouvelles non prévues. Seule une approche orientée vers l'avenir permettra d'éviter de telles erreurs de décision. Il se doit donc de développer des scénarios pouvant influencer la sécurité future du système de transport routier. Ce faisant, il faut établir une distinction entre scénarios évolutifs reflétant, du point de vue actuel, des évolutions et des tendances probables, et scénarios visionnaires soulignant l'étendue de la gamme des scénarios possibles. Les mégatendances, les tendances et les scénarios sont reliés entre eux. Les mégatendances suscitent en règle générale différentes tendances. De nombreuses tendances découlent de plusieurs mégatendances, d'autres directement d'une mégatendance unique. Parmi ces tendances, il en est également qui sont significatives pour la sécurité du système de transport routier. Ces tendances significatives pour la sécurité ont à leur tour servi de base à l'élaboration de scénarios

Les scénarios évolutifs reposent sur des tendances déjà décelables de nos jours et bénéficiant d'un large consensus dans la littérature. Ils montrent ainsi les évolutions auxquelles il convient de s'attendre dans les prochaines années, du moins du point de vue actuel. Les scénarios visionnaires découlent quant à eux plutôt de tendances peu probables.

Les scénarios évolutifs développés couvrent les champs thématiques ci-après:

1. Augmentation de la température
2. Inondations fortes et précipitations
3. Mouvements de masse
4. Comportement du trafic
5. Type et quantité de marchandises dangereuses
6. Effets du poids des véhicules
7. Technique automobile
8. Télématique des transports
9. Exploitation de l'infrastructure
10. Habitudes des utilisateurs et qualité du trafic
11. Actions criminelles

Pour chaque cas, un scénario qui corresponde du point de vue actuel à l'évolution la plus probable va être établi. Deux autres scénarios qui reproduisent des évolutions et des tendances avantageuses ou défavorables du point de vue sécurité permettent de cerner la gamme des scénarios auxquels on peut s'attendre. Par la suite, il faudra procéder à une évaluation de l'importance de ces scénarios du point de vue sécurité.

Pour les scénarios représentant l'évolution la plus probable du point de vue actuel, figure ci-après récapitule des variations absolues du risque auxquelles il convient de s'attendre:

diminution forte											
diminution moyenne											
diminution légère											
neutre											
augmentation légère											
augmentation moyenne											
augmentation forte											
probabilité	moyenne	moyenne	moyenne	moyenne	haute	haute	moyenne	moyenne	haute	moyenne	moyenne
	1. Augmentation de la température	2. Inondations fortes et précipitations	3. Mouvements de masse	4. Comportement du trafic	5. Type et quantité des marchandises dangereuses	6. Effets du poids des véhicules	7. Technique automobile	8. Télématique des transports	9. Infrastructure d'exploitation	10. Habitudes des utilisateurs et qualité du trafic	11. Actions criminelles

Personnes et véhicules    Infrastructure    Environnement

Figure 10 – Scénarios évolution moyenne –variation absolue du risque attendue

L'évaluation qualitative de la variation absolue du risque a fait appel à l'échelle suivante : Dans le domaine des dommages aux personnes, une légère variation du risque signifie moins d'un mort par an, une variation moyenne un à dix morts par an et une variation forte plus de dix morts par an.

Certains scénarios présentent un potentiel élevé d'amélioration de la sécurité du système de transport routier ou a contrario susceptible de la pénaliser. C'est ici qu'il convient de s'attendre dans les années à venir à des évolutions significatives pour la sécurité, même si le scénario le plus probable «Évolution moyenne» ne prévoit pas de variation profonde du risque. Les administrations chargées des routes devraient donc tout particulièrement avoir un œil sur ces scénarios. Parmi les évolutions à potentiel particulièrement important pour la sécurité, l'étude a retenu en particulier les évolutions concernant les domaines du comportement du trafic, de la technique automobile, de la télématique des transports, des habitudes des utilisateurs et de la qualité du trafic ainsi que des actions criminelles.

La manière appropriée de s'opposer à ces évolutions est esquissée dans les options d'actions développées pour chacun des scénarios. Dans la mesure où ces scénarios sont en partie très complexes et reflètent des évolutions tant naturelles que sociétales profondes, les administrations chargées des routes n'y ont qu'une influence souvent limitée.

Les scénarios visionnaires comprennent aussi bien des événements majeurs que des évolutions profondes qui se développent progressivement. Pour se préparer à de possibles événements majeurs, il est indiqué de planifier dans le détail des interventions d'urgence fondée sur des scénarios concrets. En ce qui concerne les évolutions qui se préparent souvent sur de longues années, la détection précoce constitue le premier pas vers des mesures efficaces. Il est donc important de développer des propositions pour observer les évolutions et tendances essentielles et d'actualiser les scénarios. Il faudra à l'avenir s'efforcer de relever des données plus précises relatives à la sécurité du système de transport routier et d'améliorer l'accessibilité des données. Les effets sur la société d'évolutions profondes, tant du point de vue technique que sociétal, doivent être mesurés avec plus de précision au moyen de techniques d'évaluation des conséquences, tout comme la marge de manœuvre des options d'actions destinées à contrer très tôt et efficacement de telles évolutions.

## 2.5 Validation de la méthode par une région test (projet partiel)

L'objectif du projet 'Région test' était de tester la méthode d'appréciation comparative des risques, en accordant une attention particulière aux interactions entre les différents domaines de risques. Ces interactions ont pu être testées pour la première fois grâce à ce projet, qui a permis de tirer de nombreux enseignements.

Le test a concerné le tronçon Amsteg – Göschenen, sur l'axe de transit Nord-Sud du Gothard, et a porté sur des ouvrages individuels et sur des types d'actions auxquels ils pouvaient être soumis dans le contexte de différents domaines de risques (dangers naturels, accidents majeurs, ouvrages d'art, déroulement du trafic, risques pour le réseau). L'objectif de ce projet n'était pas d'effectuer une analyse complète des risques sur le tronçon pilote mais de montrer qu'il était possible, au moyen des méthodes fournies par le projet global, de comparer les différentes sortes de risques et d'optimiser les mesures respectivement les interventions. En raison même de la procédure simplifiée adoptée pour l'étude des différents domaines, les estimations des risques et les mesures proposées ne correspondent qu'imparfaitement à la réalité et ne permettent pas de conclusions qui iraient au-delà des objectifs du projet 'Région test'.

Dans les domaines des ouvrages d'art et des risques pouvant affecter le réseau, les enseignements retirés peuvent être directement intégrés dans les méthodes élaborées dans le cadre du paquet de recherche. Il a par exemple été confirmé que la méthode d'appréciation du risque pour les ouvrages d'art devait d'être élargie en raison du grand nombre d'ouvrages d'art à traiter. Dans le cadre de l'appréciation comparative des risques selon la méthode choisie dans cette recherche, il a été constaté que la comparabilité des risques dépendait essentiellement d'une définition commune du système. Dans le projet 'Région test', la coordination pour la définition commune d'un système a été possible au travers de concertations entre les domaines administratifs. Lors d'une application de la méthode à un niveau stratégique, au sein d'un service des routes, il faudra veiller à ce que tous les résultats utilisés trouvent leur base dans des évaluations de risques effectuées à l'intérieur d'un système dont la définition soit appropriée.

D'autres spécifications sont nécessaires en plus d'une définition commune du système. L'acquisition de résultats consistants n'est ainsi possible que si l'on utilise des principes communs d'appréciation, que l'on monétarise les conséquences de manière équivalente, que l'on se base sur des données identiques, etc.

Pour un réseau routier, l'appréciation quantitative de l'ensemble des risques représente un énorme travail. Il ne sera dès lors guère réaliste de vouloir déterminer de la sorte la situation de risque pour l'ensemble du réseau des routes nationales ainsi qu'une stratégie globale d'intervention. En pratique, il est cependant tout à fait possible d'utiliser la méthode pour apporter des réponses à des questions ponctuelles, par exemple lorsqu'un niveau de risque élevé justifie une analyse détaillée.

Si les principes de la méthode proposée s'imposent toutefois comme le cadre de base pour une appréciation des risques dans tous les domaines de risques gérés par les services des routes, ces risques seront, avec le temps, toujours mieux comparables. Il sera alors possible d'élaborer sur cette base une stratégie d'intervention bien équilibrée et largement étayée.

En conclusion, il est à noter que, dans le cadre du projet 'Région test', l'applicabilité de la méthode pour une appréciation comparative des risques n'a pas pu être évaluée de manière exhaustive et ceci parce que de nombreuses simplifications ont été nécessaires. Il n'est pas possible d'établir de façon évidente ce qu'un renoncement à ces simplifications impliquerait, en termes de difficultés et de volume de travail. La preuve de la faisabilité, en incluant la totalité des aspects, n'a pas pu être fournie.

Les résultats du projet 'Région test' ont servi à déterminer les ajustements à apporter aux méthodes proposées et aux méthodes spécifiques des différents domaines de risques. Ils ont aussi mis en évidence les besoins d'action suivants :

- . En plus d'une définition compatible de système et d'une estimation appropriée des probabilités d'occurrence ainsi que des conséquences, le critère central pour la comparabilité des risques est un emploi coordonné des approches pour une modélisation des conséquences. Un manuel correspondant, fournissant des valeurs standardisées afin de permettre la comparaison des conséquences et risques évalués, devrait être élaboré.
- . Les principes méthodiques généraux utilisés doivent constituer des standards pour une appréciation comparative des risques entreprise au sein des services des routes.

### **3. CONCLUSION**

L'objectif du paquet de recherche "Sécurité du système routier et de ses ouvrages d'art", dans le cadre de la gestion des risques, est de fournir des aides à la décision et des méthodes à l'attention des administrations routières. Ces aides et méthodes doivent leur permettre de mobiliser avec un but précis et adéquat des ressources financières limitées pour atteindre le niveau de sécurité requis pour l'ensemble du système routier, et pour l'entretenir. Cet objectif a été atteint soit dans le cadre des travaux de recherche, soit dans leur validation par l'application pratique dans une région test.

Les connaissances suivantes peuvent être résumées ainsi:

- . La méthodologie proposée concernant l'appréciation du risque comparative se base sur la pratique appliquée jusqu'alors. Elle est appropriée pour l'application aux domaines de sécurité divers. Elle crée les conditions pour un traitement unitaire et pour la comparabilité des risques divers.

- . La méthodologie s'avère apte à l'application il semble toutefois qu'elle peut nécessiter un volume de travail considérable selon l'étendue, la qualité et les données du système considéré
- . Il est vrai que certains domaines de sécurité, comme le trafic routier particulièrement, présentent de bonnes conditions préalables pour l'approche basée du risque (données sur les accidents, statistiques etc.). Cependant sa mise en œuvre et son application sont encore à l'état de commencement. Les instruments correspondants doivent tout d'abord être élaborés.
- . Dans un autre groupe de domaines de sécurité, des nouvelles possibilités pour l'approche basée du risque sont démontrées, cela en particulier pour l'évaluation du risque pour le réseau et des risques de l'ensemble des ouvrages d'art existants.
- . Pour le dimensionnement et l'entretien des ouvrages d'art, il y a une tradition de normes solidement ancrée et éprouvée, qui se base sur une approche orientée sur la sécurité. Celle-ci ne se fera pas remplacer pour le dimensionnement par l'approche orientée sur le risque à court terme. Cette dernière peut cependant compléter les analyses de la sécurité dans des cas et des problèmes particuliers, notamment pour la vérification des structures porteuses existantes.
- . L'application de l'approche basée du risque peut être mise en œuvre seulement si les bases légales sont réunies et si la pratique judiciaire accepte l'approche. Ces conditions devront encore être partiellement créées.

Le déroulement du projet a permis en outre une large concertation entre plusieurs unités administratives différentes permettant d'établir des approches en commun et un partage de connaissances spécifiques. Le tout représente une valeur ajoutée considérable.

L'Office fédéral des routes dispose à présent d'un instrument valide pour développer davantage son système de gestion des risques, tout en améliorant le niveau de sécurité du réseau routier et du trafic.

\* \* \* \* \*

#### Références:

- Mandant:  
Office fédéral des routes (OFROU)
- Direction générale du projet:  
Emch + Berger AG, Gartenstrasse 1, 3001 Berne (Beat Schneeberger)

Tous les documents concernant le paquet de recherche AGB 2005/100 présenté dans ce rapport national sont disponibles gratuitement sur le site [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch)