

GESTION SÉCURITÉ DE RESEAU – DE L'ÉTUDE DE CAS À L'APPLICATION

F. GANNEAU

Roads and Motorways Engineering Dept. (Sétra), Bagnex Cedex, France

Direction.SETRA@equipement.gouv.fr

& K. LEMKE

Federal Highway Research Institute (BASt), Bergisch Gladbach, Germany

Lemke@bast.de

RÉSUMÉ

Le comportement de l'utilisateur est généralement vu comme la principale source d'amélioration en termes de sécurité routière. Néanmoins des mesures pour améliorer les véhicules ou l'infrastructure routière sont encore nécessaires. Des études ont révélé que le facteur «infrastructure» était présent dans environ 30 à 40 % des accidents mortels [6].

Cet article a pour but de présenter et d'illustrer, par des exemples concrets, une méthode complète de gestion du réseau existant: NSM (Network Safety Management). La première étape de NSM correspond à une analyse globale de la sécurité permettant aux administrations routières de détecter à l'intérieur du réseau les sections ou les itinéraires où l'on estime qu'une amélioration de l'infrastructure sera hautement rentable. Ensuite, ces sections peuvent être classées selon leur «économie potentielle» en coût accidents afin de fournir une liste hiérarchisée des sections à traiter.

De nombreux pays s'engagent à réduire considérablement le nombre de morts et de sinistres sur leurs routes. Améliorer la sécurité routière sur le réseau existant contribuera à atteindre cet objectif. Pour des pays ayant des données et statistiques accident fiables, NSM peut être un élément important pour réaliser une analyse de sécurité complète et élaborer une programmation de mesures efficiente en coût.

1. HISTOIRE ET OBJECTIFS DE NSM

La majorité des pays s'engagent à réduire considérablement le nombre de morts et d'accidents (ou de blessés) sur leurs routes. Afin d'atteindre ce but il faut aborder tous les aspects du système de transport – véhicules, usagers et infrastructure. Les accidents sont habituellement causés par des déficits dans la façon dont ces composantes marchent ensemble. Par conséquent les données accident montrent l'influence combinée de toutes ces composantes ou bien là où ces composantes ne marchent pas bien ensemble. Pour les administrations routières la tâche difficile est d'évaluer la sécurité infrastructure des sections routières pour des données accident isolées des autres composantes, afin de déterminer ces sections avec la plus haute priorité pour des améliorations de l'infrastructure.

NSM comprend une méthodologie pour analyser des réseaux routiers existants du point de vue de la sécurité de circulation. La méthode est basée sur le guide allemand "analyse de sécurité du réseau" (ESN), publié à l'automne 2003, et sur la démarche française SURE (Sécurité des Usagers sur les Routes Existantes), testé par le Sétra sur 15 itinéraires pilotes en 2004. Cette méthode commune a été présentée pour la première fois devant un groupe de travail de la commission européenne et est décrite dans son rapport

final. La commission européenne a alors adopté NSM ainsi que la gestion des sections à haut risque comme un élément majeur de la proposition actuelle de directive sur la sécurité des infrastructures, avec les audits de sécurité routière, les inspections et les études d'impact.

Le but de NSM est de permettre aux administrations routières de :

- Déterminer des sections à l'intérieur du réseau routier ayant une faible performance sécurité basée sur des données accident, et où des déficits en infrastructure routière doivent être soupçonnés
- Classer les sections selon l'économie potentielle en coûts accident afin de fournir une liste de priorité des sections à traiter par les administrations routières.

Puis les tâches suivantes sont d'analyser la structure accident des sections afin de détecter des scénarios d'accidents qui peuvent amener à de possibles mesures d'amélioration, et finalement d'offrir la possibilité de comparer les coûts de mesures d'amélioration avec les économies potentielles en coûts d'accident, pour classer les mesures selon leur ratio avantage-coût.

Tandis qu'en France le NSM est entendu comme une procédure complète incluant la Gestion des Points Noirs, en Allemagne il est vu comme une procédure complémentaire.

2. ANALYSE DES DONNÉES ACCIDENT À L'ÉCHELLE DU RÉSEAU

Dans NSM le paramètre clé pour évaluer la performance sécurité de sections routières est le potentiel sécurité. Le potentiel sécurité décrit les économies potentielles en coûts accidents qu'on pourrait atteindre pour des mesures correctives. Il est défini comme le montant des coûts accident par km de longueur de route qui pourrait être réduit si la section avait une meilleure configuration pratique (Figure 1).

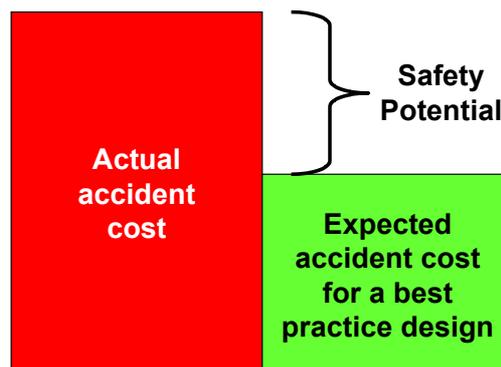


Figure 1: Potentiel sécurité

L'avantage du potentiel sécurité par rapport aux paramètres accident classiques est qu'il permet d'évaluer en même temps différents types de route et des routes de volume différent. De plus, tandis que le potentiel sécurité est donné en coûts accident on peut le relier au coût des mesures d'amélioration. Comme les ressources sont limitées, ces sections où l'on peut s'attendre à ce que des améliorations aient le ratio avantage-coût le plus élevé, doivent être traitées en premier. Plus le potentiel sécurité est élevé plus on

peut attendre d'une amélioration de la route des avantages sociaux.

Les coûts accident sont utilisés à la place des nombres d'accidents aussi parce que cela permet une pondération des nombres d'accidents selon la gravité. Les coûts accident sont habituellement calculés en multipliant le nombre d'accidents de chaque catégorie avec le coût moyen par accident en rapport, calculé au niveau national. Si disponibles, les données fiables d'accidents moins graves devraient être incluses dans l'analyse. Par contraste, des comparaisons internationales d'accidents (exemple IRTAD) se concentrent habituellement sur une population restreinte d'accidents qui décrit la base commune. A cause d'une base légale et d'une pratique de compte-rendu différentes l'étendue et la couverture des bases de données accident nationales diffèrent largement entre les pays. Habituellement, plus l'accident est grave meilleure est l'information.

Pour l'analyse, il faut viser sur une période aussi longue que possible. L'occurrence d'accidents devrait cependant être aussi à jour que possible de sorte que les influences provenant de tendances et changements généraux n'aient pas d'impact sur la valeur informative. L'expérience a montré qu'une période de 3 à 6 ans devrait être programmée pour une considération appropriée des accidents avec blessures graves, à l'intérieur du cadre d'évaluations du réseau routier. Les trafics et les nombres d'accidents diffèrent en fonction du type de route; généralement une période de 3 ans est suffisante pour les voies rapides, alors qu'une plus longue période (jusqu'à 6 ans) est nécessaire pour les routes rurales moins fréquentées.

Les sections routières devront d'une part être aussi longues que possible afin que l'évaluation sécurité mène à des résultats informatifs. D'autre part, chaque section doit alors être caractérisée avec plus ou moins le même volume de trafic, le même profil en travers et le même type d'environnement (traversée d'agglomération ou section rurale). Il est recommandé que la longueur de section soit d'environ 10 km (au moins 3 km).

Dans la procédure les coûts accident réels par km doivent être comparés avec la valeur attendue pour une meilleure configuration pratique. Dans des circonstances idéales ces coûts accident attendus ne contiennent plus d'influence de l'infrastructure sur les accidents, mais représentent les coûts accident causés seulement par les 2 autres composantes du système de transport – le véhicule et les usagers. La meilleure façon d'estimer les valeurs cibles serait de calculer le taux des coûts accident (coûts accident par million de véh-km parcourus) pour un échantillon de sections correspondant aux règles de l'art les plus récentes. Une autre possibilité serait d'utiliser un pourcentage spécifique (exemple 15 %) de la distribution totale des taux de coûts accident, ou même le taux moyen de coûts accident. Ce taux de coûts accident de base aurait alors à être multiplié par le volume annuel de trafic, pour admettre les coûts accident attendus par km de route.

Des tests statistiques sont recommandés pour éprouver la fiabilité des résultats lorsque des seuils de nombre d'accidents ne sont pas respectés ou lorsque les accidents avec blessures graves sont subdivisés en accidents mortels et accidents avec blessés graves.

Finalement le potentiel sécurité est calculé comme différence entre les coûts accident courants par km de section à l'intérieur de la période en question, et les coûts accidents attendus par km (voir Figure 1). Il est aussi possible de réunir les sections en itinéraires (afin de garder un traitement homogène de l'itinéraire) après avoir calculé les potentiels de sécurité individuels. Le potentiel sécurité d'un itinéraire est égal à la somme des potentiels sécurité de toutes les sections qui le composent, au prorata de la longueur.

Ensuite les sections ou itinéraires du réseau sont classés sur la base de la magnitude du potentiel sécurité. Comme résultat on obtient le classement de ces sections ou itinéraires dans le réseau, ayant un besoin particulièrement élevé d'amélioration et des potentiels d'amélioration particulièrement élevés, classement qui forme la base d'une étude détaillée destinée à déterminer des possibles mesures d'amélioration (voir Fig. 2 et 3).

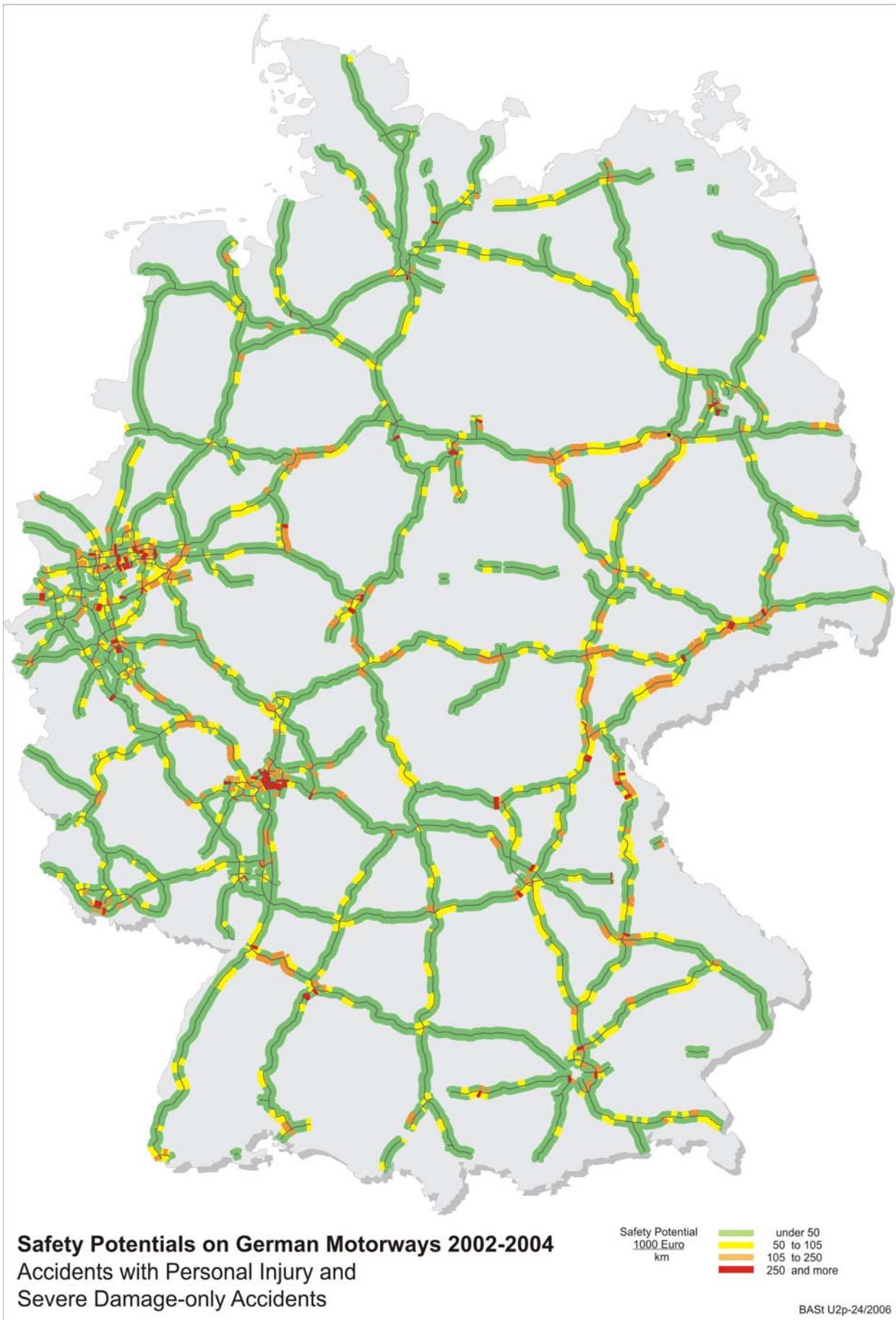


Figure 2 : Carte de réseau routier montrant la distribution de potentiels sécurité

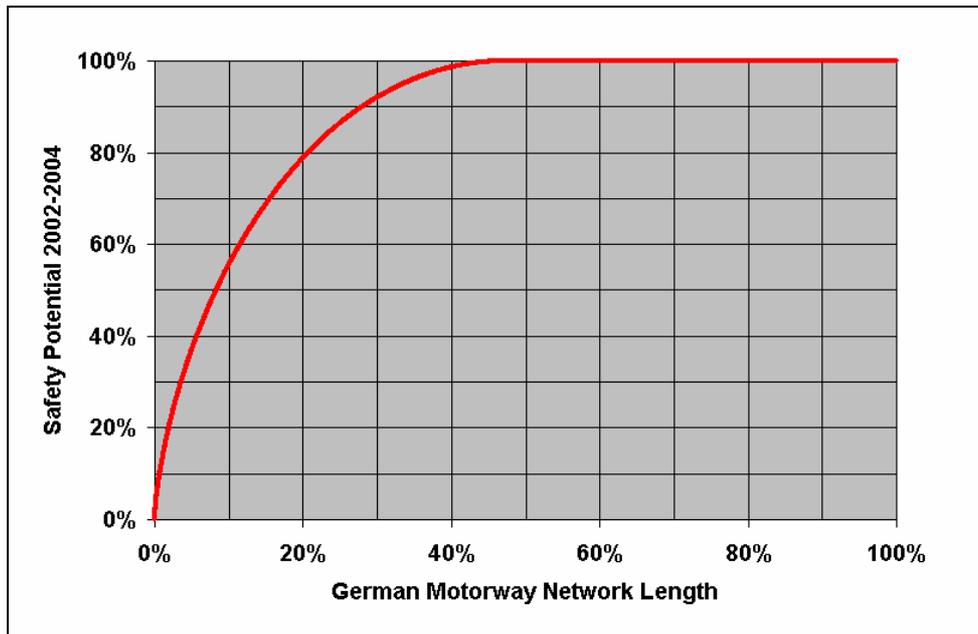


Figure 3 : Diagramme des sections routières avec les potentiels sécurité les plus élevés

3. ANALYSE DÉTAILLÉE DES SECTIONS INDIVIDUELLES OU D'ITINÉRAIRES

Afin de déterminer des mesures appropriées pour des sections (ou itinéraires) routières à potentiels sécurité énormes, on devrait exécuter une analyse détaillée de la structure accident de façon individuelle pour la section (ou itinéraire) spécifique en question. C'est pourquoi il est recommandé de déterminer les scénarios d'accidents (dans la structure accident).

Comme étape suivante il est conseillé de réaliser une analyse complète des accidents. Ceci entraîne une analyse de l'information accident détaillée tels que des rapports de police. Le mécanisme dynamique de chaque accident peut être identifié (situation de conduite, situation d'accident, situation d'urgence, situation de choc) et l'on peut déterminer des facteurs accident.

Le but de cette analyse est de comprendre les dysfonctionnements de la route avant d'exécuter des contre-mesures. Cela permet aux planificateurs d'adapter des solutions à la nature spécifique de chaque route et contexte rencontré.

Basées sur les scénarios d'accidents détectés et sur l'analyse complète des accidents individuels des mesures appropriées pour l'amélioration de l'infrastructure routière seront déduites.

Finalement l'efficacité des contre-mesures devrait être estimée. Alors il est possible de comparer les économies potentielles en coûts accident avec les coûts pour contre-mesures afin de classer les mesures suivant leur priorité.

4. DU POTENTIEL DE SECURITE AUX MESURES CORRECTIVES : UN EXEMPLE CONCRET

Une analyse d'enjeu a été réalisée sur le réseau routier national d'un département. Des sections (habituellement d'environ 3-10km de long, et homogène en terme de trafic et type de route) sont rassemblées en itinéraires (d'environ 30km) pour un traitement homogène

de 70 km et comprend 2 domaines montagneux séparés par le col de Fix (1112 m), voir fig, 5.



Figure 5 : RN 102

4.1. Analyse d'enjeu

En 5 ans (1998 – 2002) sur 33,6 km il y eut 97 accidents dont 49 graves. Il y eut 22 morts, 50 blessés graves et 105 blessés légers.

La fig. 6 présente les 3 sections à haut risque ainsi que le taux et la densité concernant chaque section. Le TJM sur les 3 sections est respectivement de 8 700, 4 300 et 6 800 (véh/jour).

Le trajet se fait sur 2 ou 3 voies.

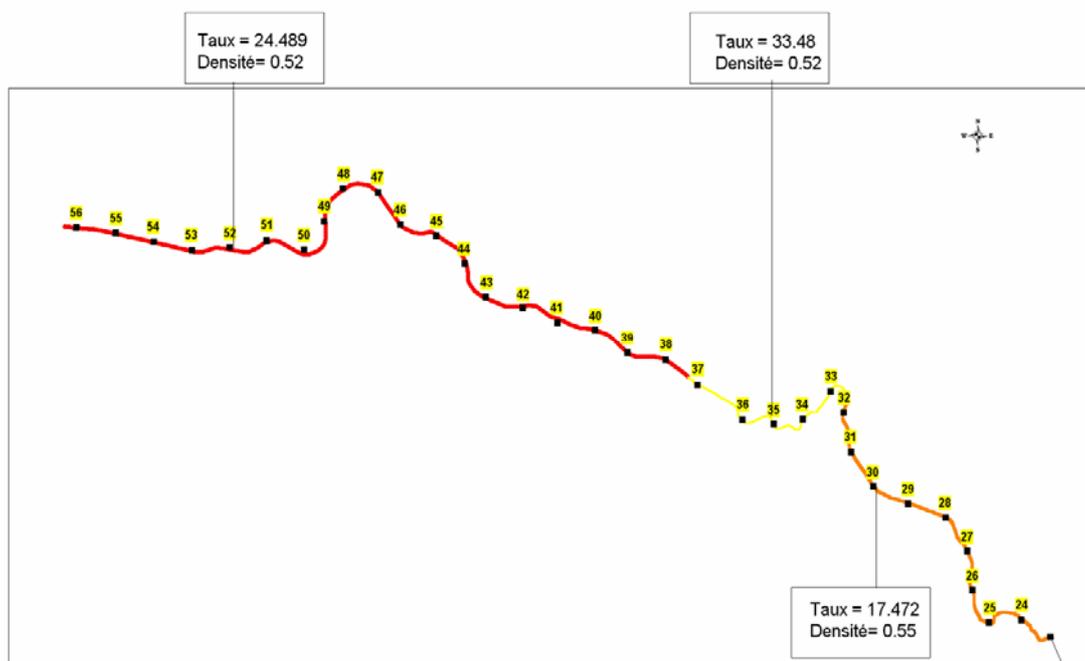


Figure 6 : Analyse d'enjeu sur la RN 102

Les références nationales concernant le taux et la densité sont :

- sections 1 et 2 ; taux = 12, densité = 0,35

- section 3 ; taux = 9,7, densité = 0,43

L'analyse d'enjeu a révélé que le potentiel sécurité est d'environ 450 000 € pour ces 3 sections.

Les potentiels sécurité furent alors agrégés pour comparer les différents itinéraires, révélant que la RN 102 s'est classée 2nde. Les paragraphes suivants ciblent sur le diagnostic et les mesures correctives.

4.2. Diagnostic, compréhension des dysfonctions observées

Il y a 7 sections routières à haut risque et 3 types d'accident :

- en virage
- sur chaussée mouillée
- en pente

Les accidents furent regroupés en familles (fig. 7) pour une analyse détaillée et l'identification des facteurs.

8 familles d'accidents 4 principaux scénarios d'accidents	Nombre d'accident (NA)	gravité
1 – Perte de contrôle en courbe et sur chaussée glissante	27	0,74
2 – Carrefour au débouché d'une route non prioritaire	14	0,69
3 – Lié à un dépassement	11	0,63
4 – En virage, sur chaussée sèche	11	1

Figure 7: Familles d'accidents

Après analyse ultérieure de chaque scénario (identification de facteurs...), des plans d'action sont proposés (voir en fig. 8).

Facteurs	Nb	Action guidelines
----------	----	-------------------

Faible adhérence en virage pour R < 250 m	14	<u>Traversées d'agglomérations</u> : Maintenir CFT > 0,5 en virage pour R < 250 m <u>Rase campagne</u> : Maintenir CFT > 0,5 à Chazotte, des Carrières de la Denise et de Pouzols
Géométrie défavorable		Analyser chaque zone d'accumulation
Mauvaise lisibilité, Chaussée trop large	4	Créer un masque visuel; travailler l'alignement des arbres et balises

Figure 8 : Plans d'action pour le scénario 1

Des zones d'accumulation d'accidents locaux furent aussi identifiées et traités en conséquence. La fig. 9 présente une intersection où eurent lieu 5 accidents graves, et l'intersection fut analysée comme propice aux accidents en particulier à cause de la lisibilité.

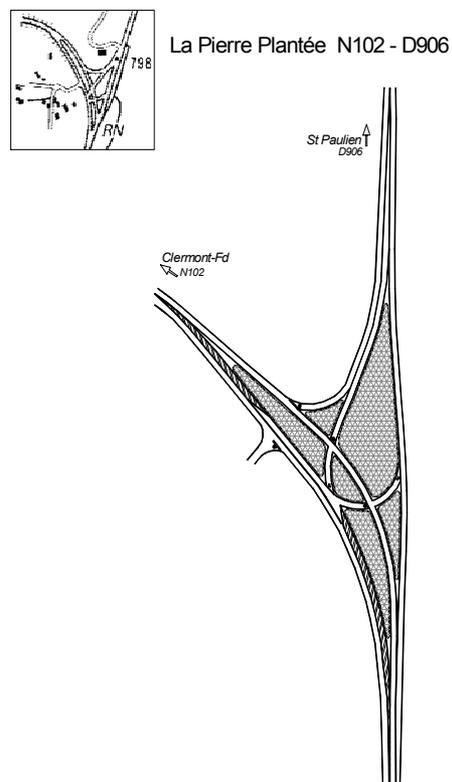


Figure 9 : Intersection peu lisible, carrefour de « La Pierre Plantée »

Après l'analyse détaillée (facteurs d'accident, disposition...), des plans d'action furent proposés (fig. 10).

Facteurs	Nb	Pistes d'action
----------	----	-----------------

Mauvaise lisibilité pour l'utilisateur de la voie secondaire	5	Création d'un giratoire
Mauvaise configuration pour le tourne à droite (tangential)	4	
Trafic important sur voie secondaire	4	
Marquage ambigu	1	Modifier le marquage

Figure10 : « La Pierre Plantée », plans d'action

Généralement les plans d'action homogènes suivants furent proposés le long de l'itinéraire :

- traitement des carrefours (marquage, visibilité, adhérence, ronds-points, suppression des voies directes)
- traitement des virages (marques de guidage, séparation physique entre voies, dévers)
- mise en place d'une politique liée au renouvellement des revêtements de chaussées avec :
 - * prise en compte de l'adhérence
 - * aménagement de la zone de récupération
 - * repositionnement des créneaux de dépassement
- aménagement urbain des traversées d'agglomération

5.3. Choix, étude et mise en oeuvre des mesures

La fig.11 détaille le traitement d'un carrefour dangereux :

- suppression de la voie tourne-à-droite
- suppression de l'accès à une propriété privée
- adaptation du marquage aux standards réels
- simplification d'îlot secondaire
- réduction de la largeur de traversée

Les objectifs sont de réduire la fréquence des accidents reliés à la famille 2 (manoeuvres d'intersection) et de réduire la gravité sur cette section.

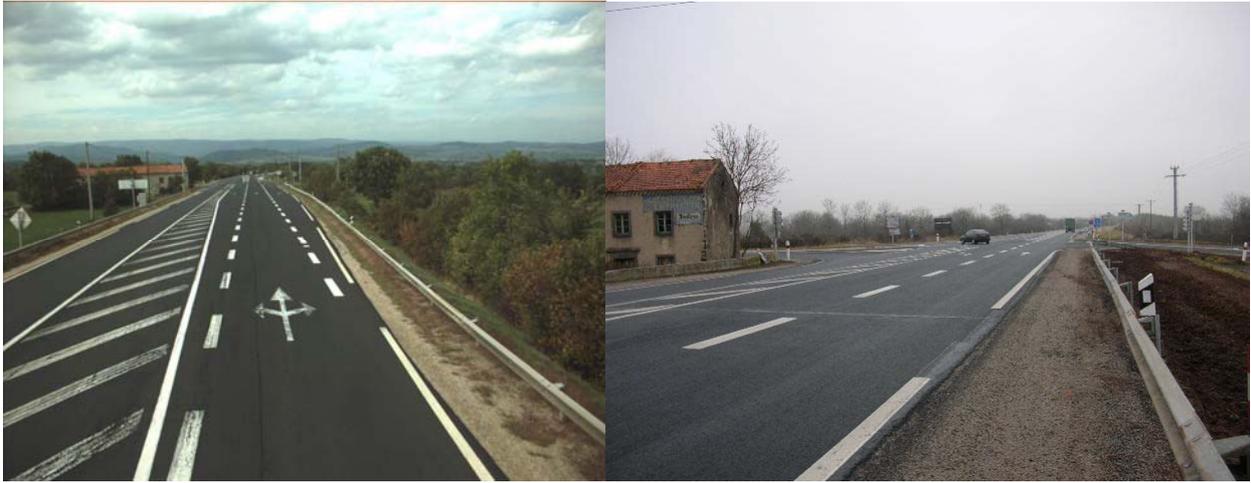


Figure 11: Exemple de traitement de carrefour

5.4. Evaluation des actions

On a pris grand soin à estimer la situation avant de mettre en oeuvre les mesures, et on planifie une surveillance continue.

6 – LES PROGRES ACTUELS

Depuis sa mise en oeuvre en France en 2004 la méthode a été complètement déployée sur le réseau routier national. Aujourd'hui toutes les analyses d'enjeu ont été réalisées, quelque 40 itinéraires ont été diagnostiqués et environ 20 millions d'euros ont été programmés pour financer des mesures correctives. Des discussions seront engagées afin d'étendre et adapter la méthode à d'autres types de route. En Allemagne, les potentiels de sécurité sont calculés régulièrement et publiés pour le réseau autoroutier par le BAST. Il reste divers problèmes de données pour l'application aux voies rurales.

7 – CONCLUSION

NSM décrit une méthodologie pour analyser des réseaux routiers du point de vue de la sécurité de trafic, et pour aider les administrations routières à détecter ces sections dans le réseau ayant le potentiel sécurité le plus élevé, c'est-à-dire où une amélioration de l'infrastructure peut faire attendre une efficacité en coût élevée. Ensuite on peut déduire des mesures appropriées à partir d'une analyse complète des accidents. Le potentiel sécurité et le coût calculé de la mesure forment la base pour une estimation économique que l'on conduit habituellement en tant qu'analyse avantage-coût.

Par conséquent seule la méthodologie NSM décrite procure toute l'information nécessaire pour une estimation objective de la sécurité routière et l'établissement d'un classement des sections pour analyse et traitement ultérieurs. De cette façon les ressources limitées sont dépensées de la meilleure manière pour améliorer la sécurité routière pour l'ensemble de la société.

Beaucoup de pays se sont engagés sérieusement à réduire le nombre de morts et de sinistres sur leurs routes. Améliorer la sécurité routière sur le réseau existant contribuera à

atteindre cette cible. C'est pourquoi NSM, en tant qu'élément important d'une analyse sécurité complète, est un pas de plus dans cette direction.

REFERENCES

1. Network Safety Management (NSM) – Final version 08.05.2005 by BAST and Sétra. http://www.sure.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/NSM_V_FD_final_cle55ec71-1.pdf or http://www.bast.de/cln_005/nn_82230/EN/e-BAST/e-organisation/e-abteilung-v/e-referat-v1/e-sicherheitsanalyse/nsm-long-e,templated=raw,property=publicationFile.pdf/nsm-long-e.pdf
2. Guidelines for Safety Analysis of Road Networks (ESN) – Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen (ESN), FGSV Verlag, Köln, Germany 2003.
3. User Safety on the Existing Road Network (SURE). <http://www.sure.equipement.gouv.fr>
4. Safety Analyses of Road Networks. Federal Highway Research Institute (BAST), 2006. http://www.bast.de/cln_005/nn_82230/EN/e-BAST/e-organisation/e-abteilung-v/e-referat-v1/e-sicherheitsanalyse/e-sicherheitsanalyse.html
5. Route-Specific Accident Analyses on Motorways. Federal Highway Research Institute (BAST), 2006. http://www.bast.de/cln_005/nn_82220/EN/e-BAST/e-organisation/e-abteilung-u/e-referat-u2/e-analyse/e-analysen.html
6. Treat, J, et al., *Tri-Level Study of the Causes of Traffic Accidents: Final Report*. Institute for Research in Public Safety, School of Public and Environmental Affairs, DOT HS-034-3-535-77-TAC, March, 1977.
7. Network Safety Management – A French-German Co-operation. Kerstin LEMKE, François GANNEAU, Pascal CHAMBON. TRA2006, Göttenborg. <http://www.traconference.com/index.aspx>
8. SURE (Users' Safety on Existing Roads): A NEW METHOD IMPLEMENTED IN FRANCE TO IMPROVE SAFETY ON EXISTING ROADS. François GANNEAU, Pascal CHAMBON. European Transport Conference 2005, Strasbourg. <http://www.aetransport.org/etc2005/>
9. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on road infrastructure safety management by the COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. http://ec.europa.eu/transport/roadsafety/infrastructure/safety_mngnt_en.htm. Brüssel, 2006.
10. Road Infrastructure Safety Management. http://europa.eu.int/comm/transport/road/roadsafety/roadinfra/reports_en.htm. European Commission, DG Energy and Transport, High Level Group Road Safety, Brüssel, 2003.

NB: Références 7 et 8 sont disponibles sur http://www.sure.equipement.gouv.fr/article.php3?id_article=13