

UNE NOUVELLE METHODE POUR EVALUER LA SÉCURITÉ DES ROUTES A DEUX VOIES

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. R. Lamm & Dipl.-Ing. A. Beck
Institute for Highway and Railroad Engineering, University of Karlsruhe (TH), Germany
Lamm@ise.uni-karlsruhe.de & anke-bettina.beck@web.de

Prof. Dott. Ing. S. Cafiso & Dott. Ing. G. La Cava
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Sezione Trasporti e Stradi,
Facolta' di Ingegneria, University of Catania, Italy
dcafiso@dica.unict.it & glacava@dica.unict.it

RÉSUMÉ

Cet exposé se base sur les recherches des auteurs concernant la sécurité de la circulation et le tracé géométrique des routes. Ceci a conduit au développement de trois critères de sécurité quantitatifs visant à caractériser de solides et simples pratiques du tracé des sections routières à deux voies projetées et existantes. Les critères de sécurité s'orientent par rapport à

- La constance du tracé (critère de sécurité n° I)
- La constance de la vitesse (critère de sécurité n° II)
- La constance de la dynamique de la conduite (critère de sécurité n° III)

dans la conception des routes.

Tous les critères sont évalués d'une des trois mentions « bon », « raisonnable » et « médiocre ». Des valeurs limitant les trois classes sont développées.

On tient également compte de la vitesse du tracé, de la vitesse d'exploitation et des valeurs solides de friction. Une analyse comparative de la situation actuelle des accidents par rapport aux résultats des critères de sécurité manifeste une concordance convaincante.

Il est évident que les panneaux et les marquages de signalisation routière peuvent augmenter l'efficacité de la sécurité d'un tronçon de route. Toutefois cet augmentation sûrement n'est pas du niveau pour lever un linéament « médiocre » à un « bon » linéament.

Le procès d'évaluation de sécurité est accepté dans la communauté des ingénieurs des ponts et chaussées. Il a été adopté ou recommandé dans leurs lignes directrices de linéament géométrique par plusieurs bureaux/secrétariats des ponts et chaussées, notamment ceux du Canada, de la Grèce, de la Hongrie, d'Italie, du Japon, de l'Afrique du Sud et partialement des Etats Unis. On peut donc supposer que la méthodologie est acceptée au niveau international.

Trente cas ont été analysé. Les résultats confirment que le système de classification est bien d'accord avec des grandes bases de données.

MOTS CLÉS

VITESSE / SÉCURITÉ/ CONSTANCE DE LINÉAMENT GÉOMETRIQUE / TAUX DE CHANGEMENT DE LA COURBE SIMPLE / CRITÈRE DE SÉCURITÉ / TAUX D'ACCIDENTS.

1. EVALUATION DE LA SÉCURITÉ DES ROUTES

Depuis plus que dix ans l'institut du génie civil chaussée et chemin de fer (ISE) de l'université de Karlsruhe a développé, examiné et appliqué lors du travail d'alignement pratique et sécurité cohérent, trois critères quantitative de sécurité. Ces critères, si appliqué correctement, sont intentionnel de mettre à disposition des routes de campagne à deux voies avec:

- constance du tracé,
- constance de la vitesse d'exploitation et
- constance de la dynamique de la conduite,

pour relever la sécurité de circulation.

1.1. Terminologie d'évaluation de la sécurité des routes

Des études qui ont évalué l'effet des paramètres du tracé des tronçon des routes de rase campagne à deux voies aux Etats Unis, en Allemagne, Grèce et l'Italie ont démontré que le paramètre avec le plus grand succès à expliquer les caractéristiques des routes et l'attitude de conduire correspondante, respectivement la situation d'accident, est le paramètre d'alignement « Taux de changement de la courbe simple [CCR_S] ». La formule élémentaire à définir la quote-part du changement d'incurvation du virage simple avec courbe de transition est donné par l'équation suivant (Lamm, 1999; Lamm, 2003/2004):

$$CCR_S = \frac{\left(\frac{L_{Cl1}}{2R} + \frac{L_{Cr}}{R} + \frac{L_{Cl2}}{2R}\right)}{L} \cdot \frac{200}{\pi} \cdot 10^3 = \frac{\left(\frac{L_{Cl1}}{2R} + \frac{L_{Cr}}{R} + \frac{L_{Cl2}}{2R}\right)}{L} \cdot 63,700 \quad (\text{Eq. 1})$$

où est:

CCR_S = taux de changement du virage simple avec courbe de raccordement [gon/km],

L = L_{Cl1} + L_{Cr} + L_{Cl2} = longueur total du tronçon virages unidirectionnel [m],

L_{Cr} = longueur de courbe en cercle [m],

R = radius de courbe en cercle [m],

L_{Cl1}, L_{Cl2} = longueur des clothoides (précédent et succèdent la courbe en cercle), [m].

(La dimension "gon" correspond à 400 degrés d'un cercle au lieu de 360 degrés d'après la définition européenne).

Pour recevoir une meilleure vue d'ensemble de la situation authentique des accidents « CCR_S » a été classé en différentes catégories de tracé, respectivement CCR_S-catégories pour 6 grandes bases de données, une des Etats Unis, quatre de l'Allemagne et une de la Grèce, qui présentent tous des résultats pareils. Les résultats d'un de ces bases de données ont été adopté à la Table 1 pour le taux d'accidents importants.

Les résultats signifiant de la Table 1 révélant (Lamm, 1999; Lamm, 2003/2004):

1. tracé en plan sinueux légèrement composé d'alignements ou courbes de raccordement, combiné avec des courbes jusqu'aux valeurs CCR_S de 180 gon/km connaissent en moyen le risque d'accidents le plus faible, classifié ici comme « bon tracé »;
2. le taux moyen d'accidents au tronçon avec des valeur CCR_S entre 180 et 360 gon/km était en effet deux ou trois fois plus haut que celui des tronçon au valeur CCR_S jusque 180 gon/km, classifié ici comme « tracé raisonnable »;
3. le taux moyen d'accidents au tronçon avec des valeur CCR_S plus grand que 360 gon/km était à peu près cinq à huit fois plus haut que celui des tronçons au valeur CCR_S jusque 180 gon/km, classifié ici comme « tracé insuffisant (médiocre) ».

Table 1 – Résultats du t-test des taux moyen d'accidents pour des différent CCR_S -catégories pour l'Allemagne (ouest) et les Etats Unis d'Amérique (Lamm, 2003/2004)

Tracé/ CCR_S -catégories [gon/km]	AR moyen	$t_{calc.}$	$t_{crit.}$	Signification; Remarques
Base de donnée 1: Allemagne (2726 rural test sections de deux voies), 2001 inclus quitter la route, collision frontale, et cerf accidents				
0 - 180	0.33			Considéré comme --- bon tracé
> 180 - 360	1.12	28.04	1.65	oui --- tracé raisonnable
> 360	2.52	14.09	1.65	oui --- tracé médiocre

Légende:

AR = taux d'accidents (acc. par 10^6 veh.-km) correspondent à l'Eq. (6) au Figure 2.

Cerf signifie animal

Basé sur les résultats de recherche d'accidents présentés, il peut être supposé que les catégories CCR_S représentent un système solide de classification pour une convention de tracement bon, raisonnable et médiocre de la construction géométrique moderne des routes.

1.2. Trois critères quantitatives de sécurité pour construction géométrique des routes

Les catégories définis de tracements (CCR_S - catégories) sont à mettre en rapport avec les trois critères de sécurité comme mentionné auparavant pour développer un procédé dans l'ensemble qualitatif d'évaluation pour nouvelles linéaments et tracés existantes ou anciens des routes de rase de campagne de deux voies. Les quantitatives degrés des critères de sécurité sont introduit en Table 2 (Lamm, 1999; Lamm, 2003/2004).

Critère de sécurité n° 1

L'intérêt spécial du tracement géométrique d'une route moderne est « d'obtenir une consistance du tracé ». Cela signifie que la vitesse de base doit rester constante sur de longues tronçon de voies et doit être changé au même temps que la manière actuelle de circulation, exprimé par la vitesse à vide de 85 pour cent (V85) des voitures.

C'est garanti par le niveau de bon tracé du critère de sécurité dans la Table 2, cela veut dire que la différence entre la vitesse de 85-pourcent et la vitesse de projet ne doit pas

surpassé 10 km/h le long du tronçon de la voie observé. Ainsi la caractéristique de la route est pour l'automobiliste bien équilibré le long du tracé de la voie.

Critère de sécurité n° II

La vitesse de 85-pour cent doit être constant le long du tronçon de la voie, également. C'est garanti par le niveau de bon tracé du critère de sécurité II « obtenir consistance de la vitesse d'exploitation » entre deux éléments succédant de tracé (soit de la courbe à la courbe ou du tangent à la courbe). Cela veut dire, que la différence de la vitesse de 85-pourcent entre deux éléments de tracé ne doit pas non plus dépasser 10 km/h pour un bon tracé (Table 2). Des différences de vitesse entre 10 et 20 km/h sont conformes au niveau du tracé raisonnable, quant à des différences de vitesse de plus de 20 km/h, ils classent définitivement un tracé médiocre vu le critère de sécurité I et II.

Critère de sécurité n° III

Un bon équilibre dynamique éléments individuels de tracé le long d'un tronçon de route avec la même vitesse de base encourage une structure dynamique de marche consistante et économique. C'est garanti par le critère de sécurité III « obtenir consistance de la dynamique de marche » pour le niveau de bon tracé dans la Table 2. Ces critères de sécurité comptent sur une large mesure aux suppositions solides de dynamique de marche pour les facteurs de friction tangentielle et latérale, que doit être expliqué plus tard.

Comme démontré, les critères de sécurité n° I et II sont liés aux vitesses différentes. Deux vitesses sont de l'intérêt : sont la vitesse de base et la vitesse d'exploitation (Table 2).

Table 2 – Sélection quantitative rangés pour les critères de la sécurité n° I to III pour les classes de la construction bonne, raisonnable et médiocre (Lamm, 1999; Lamm, 2003/2004)

Critère de sécurité	(CCR _s)-Classes du tracement		
	bon (+)	raisonnable (o)	médiocre (-)
	Différences permises $ CCR_{Si} - CCR_{Si+1} \leq 180 \text{ gon/km}$	Différences tolérés 180 gon/km < $ CCR_{Si} - CCR_{Si+1} \leq 360 \text{ gon/km}$	Différences non-permises $ CCR_{Si} - CCR_{Si+1} > 360 \text{ gon/km}$
I ¹⁾	$ V_{85_i} - V_d \leq 10 \text{ km/h}$	10 km/h < $ V_{85_i} - V_d \leq 20 \text{ km/h}$	$ V_{85_i} - V_d > 20 \text{ km/h}$
II ²⁾	$ V_{85_i} - V_{85_{i+1}} \leq 10 \text{ km/h}$	10 km/h < $ V_{85_i} - V_{85_{i+1}} \leq 20 \text{ km/h}$	$ V_{85_i} - V_{85_{i+1}} > 20 \text{ km/h}$
III ³⁾	$+ 0.01 \leq f_{RA} - f_{RD}$	$- 0.04 \leq f_{RA} - f_{RD} < + 0.01$	$f_{RA} - f_{RD} < - 0.04$

Légende:

- 1) Référé aux éléments individuels de tracé "i" (alignement indépendant ou courbe) au cours du tronçon de route observé.
- 2) Référé à deux éléments successifs de construction, "i" et "i+1" (alignement indépendant à courbe ou courbe à courbe).
- 3) Référé à un seul virage.

(Le terme « alignement indépendant » doit être expliqué plus tard.)

CCR_S = taux de changement de courbure des virages en particulier [gon/km],
 V_d = vitesse de base [km/h],
 $V85_i$ = vitesse s'attend à 85 pour cent des élément de construction "i" [km/h],
 f_{RA} = friction latéral supposé [-],
 f_{RD} = friction latéral demandé [-].

Vitesse d'exploitation

Le terme de vitesse d'exploitation ($V85$) est bien défini aujourd'hui et est utilisé ensemble avec le nouveau paramètre « Taux de changement de courbure des virages en particulier » d'après Figure 1, pour décrire les caractéristiques des routes en commun avec connexion à la vitesse d'exploitation pour beaucoup de pays. Par exemple, pour une valeur CCR_S de 250 gon/km une $V85$ de 82 km/h peut être escompté en connexion à la vitesse d'exploitation pour la Grèce et une de 104 km/h pour l'Italie. Pour les droites la valeur CCR_S est zéro ($CCR_S = 0$ gon/km), cela veut dire d'après Figure 1 que la vitesse d'exploitation de longues alignements devrait être dans l'ordre de 105 km/h en moyenne.

Vitesse de base

Au contraire la vitesse de base choisi à l'origine souvent n'est pas connue en regard aux tracés existents ou vieux, qui encerclent environ 70 à 80 % ou même plus de notre réseaux routières, et les appréciations pour des nouvelles vitesses de base ne sont pas souvent convaincant. Pour cela, une nouvelle procédure, qui prend en considération les caractéristiques totales de la route, a été développé pour assigner sérieusement des vitesses de base pour tracés nouveaux, retracement et projets RRR. Cela peut fait par détermination une valeur moyenne de CCR_S tout le long d'un tronçon de route observé, sans considérant des tangents intermédiaires.

Cette valeur CCR_S moyenne peut être calculé comme (Lamm, 1999):

$$\bar{CCR}_S = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (CCR_{Si} \cdot L_i)}{\sum_{i=1}^{i=n} L_i} \quad (\text{Eq. 2})$$

où:

\bar{CCR}_S = taux de changement moyen de courbure des virages en particulier le long du tronçon sous considération sans regarder les alignements [gon/km],
 CCR_{Si} = taux de changement de courbure du virage i [gon/km],
 L_i = longueur du virage i [m].

Cette valeur CCR_S moyenne peut être utilisé ensuite comme base pour déterminé une moyenne vitesse de 85 pourcentage $\bar{V}85$, recommandé comme meilleure choix pour la vitesse de base pour la route concerné.

En connaissance de la vitesse de base et les vitesses de 85-pourcentage individuelles, le critère de sécurité n° I et II peut être évalué tout de suite comme tracé bon, raisonnable ou médiocre en considération des échelles auparavant déjà expliquées comme critère de sécurité n° I et II en Table 2.

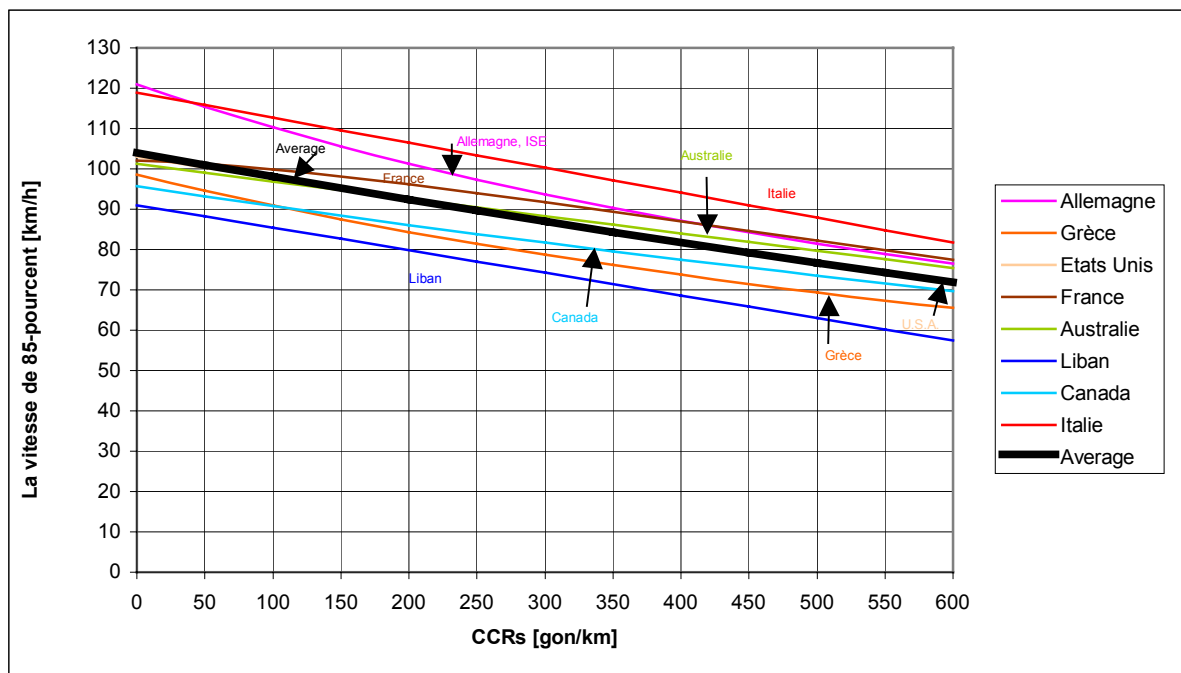


Figure 1 - Relation à la vitesse d'exploitation pour les routes de rase de campagne de deux voies pour une inclinaison longitudinal Grades $G \leq 6\%$ dans les différents pays

Critère relié à la friction

Le critère de sécurité III se compare d'après Table 2 friction latéral supposée (f_{RA}) du tracé de virages avec friction latéral demandée (f_{RD}) pour les voitures passant le virage au niveau de la vitesse de 85-pourcentage. Fondé sur les bases de données de la résistance contre glissement d'Allemagne, de la Grèce et des Etats Unis, l'équation 3 à la Table 3 peut être développé convenablement pour le facteur de friction tangentiel de la construction géométrique moderne des routes (pour les développements nouveaux, regardez aussi (Lamm, 2002)).

Table 3 – Relevé des formules en considération du critère de sécurité n° III (Lamm, 1999; Lamm, 2003/2004)

f_T	=	facteur de friction tangentiel de la construction géométrique moderne des routes [-]	
	=	$0.59 - 4.85 \cdot 10^{-3} \cdot V_d + 1.51 \cdot 10^{-5} \cdot V_d^2$	(Eq. 3)
f_{RA}	=	friction latéral « supposée » [-]	
	=	$n \cdot 0.925 \cdot f_T$	(Eq. 4)
n	=	utilisation ratio de la friction latéral [%/100]	
	=	0.40 pour topographie montueux/montagneux; tracé nouveau	
	=	0.45 pour topographie plane; tracé nouveau	
	=	0.60 pour les tracés existents (vieux)	
f_{RD}	=	friction latéral « demandée » [-]	
	=	$\frac{V_{85}^2}{127 \cdot R} - e$	(Eq. 5)
R	=	rayon au virage cercle observé [m]	
e	=	taxe de la surélévation [%/100]	

La friction latéral supposée est une fraction de la friction tangentielle et correspond à l'équation 4 à la Table 3, où « n » exprime la proportion d'utilisation permise pour la friction latérale supposée en comparaison à la friction tangentielle, et le facteur 0,925 représente l'influence spécifique du pneu. Comme on voit, des différentes proportions d'utilisation sont recommandées pour les nouveaux tracés, séparés selon la topographie montueuse/montagneuse et plane, aussi que pour les tracés existants. Des rangées quantitatives des valeurs des différences entre friction latérale supposée (f_{RA}) et friction latérale demandée (f_{RD}) sont développées sur la base des bases de données mentionnées en haut, mis en ordre en considération de pratiques de tracé bon, raisonnable ou médiocre et sont énumérées à la Table 2. Considéré, que pour le niveau de tracé médiocre à la Table 2, la différence entre

$$f_{RA} - f_{RD} < -0,04$$

signifie, que à un tel endroit de virage une surélévation de 4 pourcent déjà n'assurerait plus une marche en sécurité.

Droites

Après avoir considéré les sections sinueuses de la route, aussi les droites nécessitent l'attention. Le lecteur, qui est intéressé à la procédure complexe d'application des droites dans le processus d'évaluation de sécurité, est prié de consulter le « Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook », (Lamm, 1999 pp. 1844 - 1846) ou références (Lamm, 2002; Lamm, 2003/2004; Eberhard, 1997).

1.3. Procès d'évaluation de la sécurité

Respectant Table 2 il est nécessaire de recalculer des valeurs actuelles pour V_d , V_{85} , f_{RA} , f_{RD} concernant la section observée de la route ou l'élément de la route et de les comparer avec les classifications bon, raisonnable ou médiocre correspondantes. Des études pour l'évaluation de la sécurité en vue des trois critères de sécurité sont à trouver dans (Lamm, 1999; Lamm, 2002; Lamm, 2003/2004).

2. INFLUENCE D'ÉQUIPEMENT DE LA ROUTE À LA SÉCURITÉ DE LA CIRCULATION

Sur la base du travail de recherche de Beck (Beck, 1998), il était à attendre, qu'en plus des paramètres de construction l'équipement de la route aussi influence la situation d'accidents. Pour cela on a mis au point la relation de base entre la construction géométrique des routes, la situation d'accident et l'équipement de la route et dans des études de champ on a trouvé que trois niveaux typiques de l'équipement de la route peuvent être définis comme suivant:

Niveau 1 « Signalisation horizontale » : ligne de bordure, ligne de centre continue, ligne de centre discontinue, etc.

Niveau 2 « Equipements de contrôle de circulation »: panneau de virage, panneau de défense de renversement, signal de pente, signal de limitation de la vitesse, panneau d'orientation jusqu'à 3 flèches (individuelles ou sur un panneau), aussi que des combinaisons.

Niveau 3 « Equipements de contrôle de circulation »: équipement de route qui surmonte niveau 2, par exemple, panneau d'orientation multiple avec plus de 3 flèches (individuelles ou sur un panneau), aussi que des combinaisons avec niveau 2.

Les études suivantes contiennent 79 tronçons de routes de rase campagne de deux voies d'une longueur totale de 212 km, qui consistent de 1466 éléments individuels (virages ou droites). Le nombre total des accidents "déviations de la route" et accidents avec gibier était de 723 en l'espace de trois années (Zumkeller, 1998; Lamm, 2000).

L'influence des trois niveaux de l'équipement de la route au taux d'accidents et au taux des coûts d'accident était étudié pour les paramètres: largeur de la chaussée, rayon des courbes et taux de changement de courbure du virage particulier. Vu l'espace restreint l'influence de la largeur du pavement et le radius de la courbe sur les accidents ne peut pas être discuté ici. On conseille de consulter le papier (Lamm, 2000) concernant aux gens spécialement intéressés.

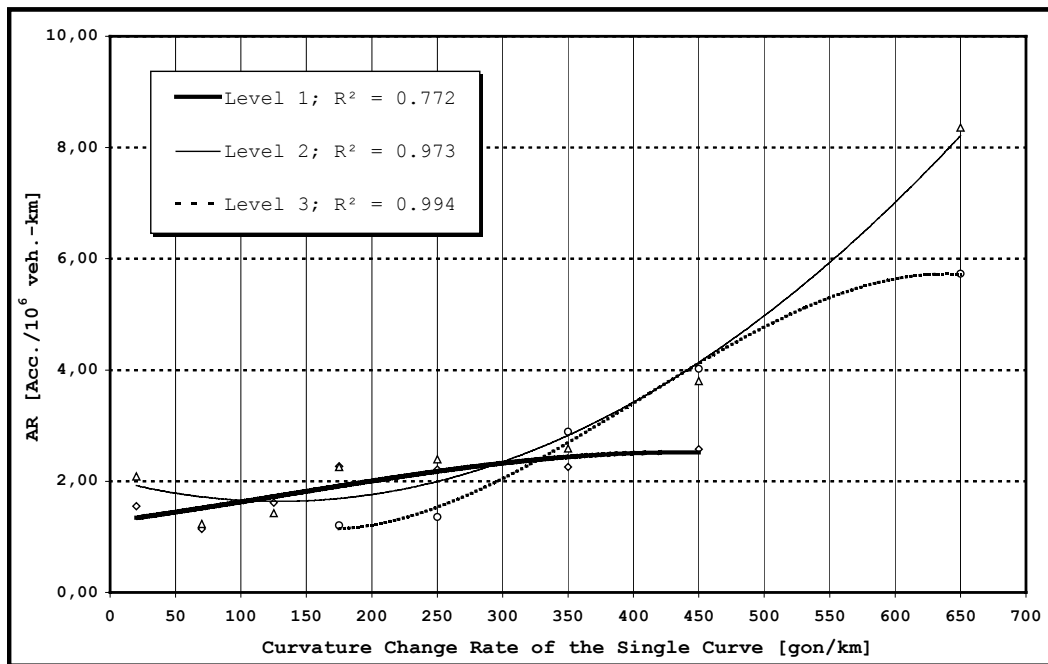
2.1. Taux du changement de courbure du virage unique

Figure 2 montre les relations entre le taux d'accident et le taux du changement de courbure du virage unique pour les trois niveaux de l'équipement de la route. Jusqu'à peu près 300 gon/km les courbes de régression pour les niveaux 1 et 2 sont presque identiques, ce qui signifie qu'au secteurs plus critique la signalisation suivant le niveau 2 baisse le taux d'accidents à un classement d'après le niveau 1.

Ainsi les niveaux 2 et 3 présentent un développement presque identiques entre 300 gon/km et 500 gon/km. Il est remarquable que dans ce cas le niveau 3 de l'équipement de la route montre ici hautes insuffisances de sécurité comparable à ceux du niveau 2. Études de champs ont montré qu'un tel succès peut être attendu par répétition de panneaux d'orientations multiples avec plus de 3 flèches (individuelle ou plus qu'un panneau). Commencent avec $CCR_s \geq 450$ gon/km niveau 3 montre des améliorations signifiant au contraire de la signalisation du niveau 2. Cela conduit au désir, que des inconsistances du tracé devraient être retracé soit reconstruit, au moins pour les valeurs CCR_s plus grandes que 450 gon/km. Si cela n'est pas possible, ils doivent être protégé au moins par une signalisation d'après le niveau 3. Les taux d'accidents sont montrés seulement jusque là dans la Figure 2. Remarquez que la relation du taux des coûts d'accidents montre des tendances pareils.

Dans cette connexion l'équipement des panneaux d'orientation multiple et glissières de sécurité partout dans le virage peut élever le guidage optique, particulièrement dans la nuit et sous conditions de surface humide.

Figure 2 - Correspondance entre taux d'accidents et taux du changement de courbure du virage unique pour les trois niveaux de l'équipement de la route (Zumkeller, 1998; Lamm, 2000)



Légende:

$$AR = \frac{\text{accidents} \cdot 10^6}{AADT \cdot 365 \cdot T \cdot L} \quad [\text{accidents par } 10^6 \text{ véhicules kilomètres}] \quad (\text{Eq. 6})$$

ou

- AR = taux d'accidents
- AADT = débit moyen journalier annuel, véhicules / 24 h
- L = longueur du tronçon étudié, km
- T = durée de la période du temps étudié, années
- 365 = nombre de jours / années

2.2. Equipement de la route et critère de sécurité

Dans la dernière partie de ce papier la démonstration des résultats entre le critère de sécurité (Table 2) et la situation actuelle d'accidents est examiné.

Notez, que des tronçons de route sinueux, lesquels sont classifiés par le critère de sécurité comme « bon tracé » en comparaison avec ceux classifié comme « tracé médiocre » représentent pour tracé insuffisant des taux d'accidents (AR) et taux de coûts d'accidents (ACR) encore dix fois plus haut, nonobstant l'application des équipement de contrôle les plus rigoureux d'après niveau 3 à la Table 4. En plus il était trouvé que des tronçons sinueux du potentiel de risque abaissé en général sont équipé d'après niveau 1, tandis que tronçons sinueux au potentiel de risque relativement haut montrent pour la plus part d'équipements de contrôle de circulation d'après niveau 3. Néanmoins, même l'équipement de route du niveau 3 n'est pas souvent capable à diminuer suffisamment le danger d'accidents au tronçons de route critiques. Cela signifie, qu'en plus dans ces cas le retracement, la reconstruction ou des stratégies RRR sont nécessaires pour améliorer la sécurité de la circulation ou l'installation d'équipements de radar devient nécessaire, par exemple pour réduire des vitesses excessives.

Table 4 – Cohésions entre pratiques de tracé bon / insuffisant et taux moyens d'accident et taux de coûts pour 99 sections sinueuses (Zumkeller, 1998; Lamm, 2000)

Évaluation de Sécurité	AR moyenne	ACR moyenne	Nombre des virages étudié
Bon tracé	0.23	1.56	69
Tracé insuffisant	1.94	15.81	30

3. CONCLUSION ET PERSPECTIVE

Une méthodologie à laquelle le tracé d'une route peut être testé pour consistance a été développé. Utilisant les bonnes catégories des trois critères de sécurité des alignement sérieux au plan et en profile peut être attendu, qui sont bien d'accord avec la façon de conduire attendu des automobilistes et réduire le risque et la sévérité des accidents.

Jusqu'à présent, pour réduire le danger des accidents, des accidents avaient être du se passer déjà, pour découvrir que la place ou le tronçon de la route serait dangereux, par exemple, pour prendre des contre-mesures. Le grand avantage du nouveau concept de sécurité est, que déjà dans la phase de la construction le critère de sécurité peut prédire le risque (bas, moyen, haut) pour nouvel tracés. Complémentaire, ils sont aussi convenable pour constatations concernant les condition de sécurité des tronçons de route existant ou des réseaux de routes complètes. De cet façon l'ingénieur de sécurité de routes et circulation est équipé d'instruments quantitatifs, pour évaluer la situation d'accident prévu et peut corriger à l'avance les défauts en regard des nouveaux tracés, ou projeter à temps des contre-mesures solides pour tracés existant ou vieux du risque extrême.

En plus, trois niveaux d'équipement de route en considération des paramètre de construction et nombres d'accidents appliqué étaient étudié. Il était trouvé que l'application de signalisation et glissements de sécurité est conduit évidemment par les autorités responsable conforme au niveau de danger du tronçon de route correspondant. Spécialement à l'égard du nouveau paramètre de construction « taux du changement de courbure du virage unique » en considération du taux d'accidents de la Figure 2, la classification sensible d'équipement de route d'après niveaux 1 à 3 peut être confirmé. Les niveaux d'équipement de la route conduisent souvent à une réduction, respectivement à une adaptation de risque d'accident et sévérité, mais ne même certainement pas à une débilisation ou même à mettre en question la conception de la sécurité développé.

REFERENCES

- Beck, A. (1998) Analyse et Evaluation de la correspondance entre sécurité de la circulation et tracé des routes de rase de champagne à deux voies. Devoir/composition (brevet) de diplôme, Institut du génie civil chaussée et chemin de fer de l'université (TH) de Karlsruhe, Allemagne
- Eberhard, O. (1997) Développement d'une cohésion de vitesse d'exploitation pour tronçons de route de pentes ≥ 6 pour cent, aussi bien analyse qu'évaluation des tronçons sélectionnés des routes, fondé sur trois critères de sécurité. Devoir/composition (brevet) de diplôme, Institut du génie civil chaussée et chemin de fer de l'université (TH) de Karlsruhe, Allemagne
- Lamm, R., B. Psarianos, T. Mailaender, E.M. Choueiri, R. Heger, and R. Steyer (1999) Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook. McGraw-Hill, Professional Book Group, New York, N.Y., U.S.A., 932 pages, ISBN 0-07-038295-6, lecteurs de langue: J.C. Hayward, E.M. Choueiri, and J.A. Quay
- Lamm, R., K. Zumkeller, et A. Beck (2000) Traffic Safety - The Relative Effectiveness of a Variety of Road Markings and Traffic Control Devices. Conférence internationale: La sécurité des routes au trois continents, CSIR, TRB, VTI, BAST, Pretoria, l'Afrique du Sud, 20 – 22 Septembre 2000, procès-verbal de la conférence, session 3
- Lamm, R., K. Wolhuter, A. Beck, et T. Ruscher (2001) L'introduction of a New Approach to Geometric Design and Road Safety. La 20^e annuelle conférence de transport de l'Afrique du Sud, 16 to 20 Juillet 2001, Pretoria, l'Afrique du Sud, Abstracts No. 26:11, p. 33 et CD-ROM du procès-verbal
- Lamm, R., B. Psarianos, and S. Cafiso (2002) Procès d'évaluation de la sécurité des routes de rase champagne à deux voies – Une rétrospective de dix années –. Transportation Research Board, 81^e Annual Meeting, Janvier 13 – 17 2002, Washington D.C., U.S.A., CD-ROM du procès-verbal
- Lamm, R., A. Beck, T. Ruscher, and T. Mailaender, et al. (will be published in 2003/2004) Guide for the Safety Evaluation Process of Two-Lane Rural Roads. Institut du génie civil chaussée et chemin de fer de l'université (TH) de Karlsruhe, Allemagne
- Zumkeller, K. (1998) Analysis and Evaluation of Possible Relationships between Traffic Safety, Road Design and Road Equipment with Road Markings, Traffic Control Devices and Guardrails. Devoir/composition (brevet) de diplôme, Institut du génie civil chaussée et chemin de fer de l'université (TH) de Karlsruhe, Allemagne