

LA CONTRIBUTION PROMETTEUSE DES ZONES DE 60 KM/H DURABLEMENT SÛRES À LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE DE L'ESPACE RURAL NÉERLANDAIS

C.F. JAARSMA

Chaire de l'aménagement du territoire, Université de Wageningen, Pays-Bas

Rinus.jaarsma@wur.nl

J-P. SPAAS

Union des Waterschappen, Pays-Bas

jspaas@uvw.nl

RÉSUMÉ

Le Programme de Sécurité durable aux Pays-Bas vise à réduire de 30% le nombre d'accidents avec blessés et de 40% le nombre d'accidents mortels sur les routes en 2020, par rapport à l'an 2002. Pour y parvenir, il faut adapter le réseau relativement dangereux des routes de campagne (47.500 km; 250 morts de la route). À cet effet, les Waterschappen (Organismes public d'administration des eaux) ont réaménagé sobrement environ 4 000 km de routes de campagne dans des secteurs contigus en zones de 60 km/h avec ralentisseurs (principalement aux carrefours) et adaptation de l'agencement de la chaussée à l'aide de marquage routier. L'effet sur la sécurité routière a été étudié dans 20 sous-secteurs réunissant une longueur de route totale de 850 km, en comparant une période précédente de 5 ans à une période consécutive de près de 3½ ans en moyenne. Une étude de contrôle a ensuite été effectuée sur 2 100 km de routes comparables avec une limitation de vitesse à 80 km/h pour constater si ces effets étaient dus aux zones de 60 km/h. La réduction attendue de 10 % à 20 % du nombre de victimes de la route a été obtenue, puisqu'elle se chiffre à 19 % au minimum avec une probabilité statistique de 0.95. Cette réduction se fait surtout sentir aux carrefours. La rentabilité pour un aménagement sobre est de 11 000 €, soit un montant nettement inférieur aux 18 000 € prévus initialement.

MOTS CLÉS

ÉVALUATION / SÉCURITÉ / RENTABILITÉ / RÉDUCTION DE LA VITESSE / ROUTES DE CAMPAGNE

1. INTRODUCTION

Les accidents de la route constituent au niveau mondial un important problème social. Les pertes économiques dues aux accidents peuvent se chiffrer jusqu'à 2,5 % du Revenu National Brut (RNB) [1]. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, 600 000 personnes trouvent la mort chaque année dans des accidents de la route, et 15 millions sont blessées [2]. Un problème de cette ampleur exige une approche mondiale, tant dans les pays où l'on note un nombre relativement élevé de victimes que dans ceux où des améliorations notables ont déjà été réalisées ces dernières dizaines d'années. Aux Pays-Bas, par exemple, on enregistre des chiffres relativement favorables en matière de sécurité routière : en 2004, 50 personnes par million d'habitants sont mortes sur la route (à titre de comparaison, la moyenne est de 95 pour l'Union européenne et de 145 pour les Etats-Unis). Cette position relativement avantageuse est due à une approche principalement curative. En effet, pendant plusieurs années, les sections les plus

dangereuses du réseau routier (ce qu'on appelle les points noirs) ont été systématiquement améliorées. Comme on s'attendait à ce que cette méthode ne suffise pas à faire baisser encore le nombre d'accidents de la route, compte tenu de l'augmentation du trafic routier à l'avenir, les autorités concernées ont opté dans les années quatre-vingt-dix pour une démarche innovatrice sous la forme du Programme de Sécurité durable. [3]. L'aspect novateur du concept de Sécurité durable est qu'il considère la circulation routière comme un grand ensemble structuré de réglementations, de véhicules, d'infrastructure et d'usagers de la route, tout en prenant comme point de départ les possibilités limitées de ces derniers. La Sécurité durable a pour but de réduire le nombre de victimes de la route grâce à l'utilisation d'un système dans lequel :

- les véhicules offrent un maximum de sécurité aux passagers des voitures impliquées dans une collision, et sont équipés de dispositifs susceptibles de faciliter la tâche du conducteur ;
- les usagers de la route sont formés de façon adéquate et, pièce finale du système, sont contrôlés de façon appropriée ;
- fonction, forme, réglementation et usage sont harmonisés pour le réseau routier, par le choix de trois catégories de routes.

Ces mesures constituent une approche préventive qui priorise l'évitement des accidents et qui repose, pour le réseau routier, sur les trois principes suivants [4] [5] :

1. fonctionnalité des routes ; les usagers doivent emprunter la route de la façon prévue par la voirie ;
2. homogénéité de la circulation ; s'efforcer de minimiser les différences de vitesse et de sens du déplacement entre les usagers de la route, de même que les différences de masse et de vulnérabilité ;
3. prévisibilité de la conduite : les choix des routes et les manœuvres doivent être uniformes partout pour les usagers de la route.

Le programme Sécurité durable concerne toutes les routes, donc aussi bien celles des agglomérations (villes et villages) que celles des zones rurales. Nous aborderons ici cette dernière catégorie, et notamment les routes de campagne. Le but de cet article est de montrer l'importance d'une approche structurelle du réseau des routes de campagne au niveau local pour une amélioration rentable de la sécurité routière.

La structure de ce document est la suivante : nous traiterons en premier les routes, la circulation et la sécurité routière de l'espace rural (paragraphe 2) pour continuer par un bref exposé sur les possibilités d'amélioration de la sécurité routière (paragraphe 3). Le paragraphe 4 étudie une méthode destinée à évaluer les effets de ces mesures ainsi que son application à grande échelle aux Pays-Bas. Les résultats de cette étude d'évaluation et ses principales conclusions seront abordés au paragraphe 5, après quoi l'article se terminera par une courte discussion (paragraphe 6).

2. ROUTES DE CAMPAGNE ET SÉCURITÉ ROUTIÈRE

À l'échelle régionale, le réseau de routes bitumées de la zone rurale peut se diviser en trois catégories hiérarchiques connexes : (1) les routes principales, comprenant les autoroutes, (2) les routes secondaires et (3) les routes de campagne. Les routes principales relient une région avec le réseau (inter)national et desservent la circulation de transit sur les longues distances. Le réseau secondaire relie les principaux centres régionaux et désenclave les grosses agglomérations ainsi que les aires de loisir importantes. Le réseau des routes principales et secondaires ressemble à un filet de pêche déployé sur le pays. Entre les mailles de ce filet, les destinations locales sont accessibles par les routes de campagne. En ce qui les concerne, on peut encore établir une distinction fonctionnelle entre les routes collectrices et les routes d'accès. Le Tableau

1 renseigne sur les longueurs de route et énumère à titre indicatif les caractéristiques routières et circulatoires du réseau des routes bitumées en-dehors des agglomérations aux Pays-Bas.

Tableau 1 - Caractéristiques des routes secondaires et principales en-dehors des agglomérations aux Pays-Bas [6].

Catégorie de route	Routes de campagne		Routes principales et secondaires	
	locale		régionale	nationale
Type de route	Routes d'accès	Routes collectrices	Routes secondaires	Autoroutes
<i>Caractéristiques du réseau</i>				
Longueur (route bitumée) [km]	47 652 ¹⁾		7 508 ²⁾	2 291
<i>Caractéristiques des routes</i> ³⁾				
Largeur en coupe transversale [m]	5.5 – 9.5	6.5 – >10	+ 20	+ 40 – 60 ⁴⁾
Largeur de route [m]	2.5 – 4.5	4.5 – 6.2	+ 7.5	2×(12 – 21) ⁴⁾
Nombre de chaussées	1	1	1	2
Nombre de voies de circulation	1	1 or 2 ⁵⁾	2	4, 6, 8
<i>Caractéristiques de la circulation</i>				
Volume [$\times 10^3$ véhicules d ⁻¹]	0.1 – 1	0.5 – 5	2 – 25	20 – 200
Limitation légale de vitesse [km h ⁻¹]	60/80 ⁶⁾	60/80 ⁶⁾	80/100	100/120

¹⁾ Les statistiques routières ne permettent pas de spécifier le réseau local par type de route

²⁾ Y compris 868 km de routes nationales qui ne sont pas des autoroutes

³⁾ Profils basés sur le concept néerlandais de sécurité routière durable

⁴⁾ Basée respectivement sur une autoroute 2×2 et une autoroute 2×4, la largeur totale comprenant deux accotements de 5 m

⁵⁾ Pour 2 voies, une largeur minimale de route de 5.5 m est requise

⁶⁾ Les deux limitations sont encore en vigueur. La limitation, qui était de 80 km h⁻¹ depuis 1974, est toujours officielle, sauf là où une vitesse de 60 est indiquée, ce qui est déjà le cas à l'heure actuelle pour la moitié du réseau néerlandais des routes de campagne.

Avec une longueur de plus de 47 500 km, les routes de campagne constituent de loin la catégorie la plus importante. Elles sont gérées par les communes (environ 40 000 km) et les Waterschappen (environ 7 000 km). Étant donné qu'une circulation mixte (camions, voitures, vélos et promeneurs) emprunte ces routes qui n'ont qu'une seule chaussée et souvent également une voie de circulation unique, rien d'étonnant à ce que le risque d'accident (exprimé en risque d'accident par 10⁶ de kilomètres-véhicules) soit nettement plus élevé sur les routes de campagne que sur les routes principales et secondaires : voir le Tableau 2.

Tableau 2 - Chiffres clés de la sécurité des divers types de routes en 1995 [7].

Catégorie de route	Accidents corporels par million de kilomètres-véhicules	Victimes par accident corporel	Victimes par million de kilomètres-véhicules	Décès pour 100 victimes
Autoroute	0,05	1,49	0,07	4,41
Routes secondaires	0,23	1,34	0,31	4,59
Routes de campagne	0,51	1,26	0,64	4,86

Le grand risque d'accident allié à la longueur et à l'intensité de la circulation, souvent considérable, des routes de campagne, entraîne dans l'absolu un nombre important de morts de la route et de blessés hospitalisés : voir le Tableau 3.

Tableau 3 - Accidents mortels de la circulation et blessés hospitalisés en 2005 aux Pays-Bas par catégorie de route, les routes de campagne étant marquées en gris [8].

Catégorie de route	Morts de la route			Blessés hospitalisés		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Autoroute *)	3	129	132	96	1107	1203
Routes secondaires	15	148	163	259	1277	1536
Routes de campagne	231	224	455	4721	1947	6668
Total Pays-Bas	249	501	750	5076	4331	9407

(1) dans les agglomérations (2) en-dehors des agglomérations (3) total

*) Y compris environ 868 km de routes principales faisant partie des routes nationales qui ne sont pas des autoroutes

Ce tableau fait ressortir que les deux tiers des accidents mortels et 46 % des accidents avec blessés hospitalisés surviennent en-dehors des agglomérations. 30 % de tous les accidents mortels et 21 % des accidents avec blessés hospitalisés se produisent sur les routes de campagne. On peut donc en conclure que ces routes sont non seulement relativement dangereuses (par kilomètre-véhicule parcouru, voir le Tableau 2), mais que le nombre absolu de victimes de la circulation y est également élevé. L'amélioration de cette situation à l'aide du concept de Sécurité durable est pour l'instant axée principalement sur des modifications, pour la plupart techniques, de la route elle-même, celle-ci étant considérée comme espace vital et non pas comme voie de circulation.

3. COMMENT AMÉLIORER LA SÉCURITÉ DE LA CIRCULATION RURALE ?

La mesure des vitesses sur les routes de campagne indique que leur étroitesse générale n'empêche pas les véhicules motorisés d'y rouler à grande allure, et même les limitations de vitesse à 80 km/h sont souvent dépassées [9] [10]. Or, l'excès de vitesse est souvent incriminé en tant que cause d'accidents. Et bien que dans la plupart des accidents plusieurs aspects sont en cause, il est un fait certain que plus la vitesse est élevée et plus les conséquences sont graves.

Les mesures juridiques ne suffisant pas à maîtriser efficacement la vitesse sur les routes de campagne, les autorités tentent depuis longtemps déjà de trouver des mesures techniques de soutien à petite échelle pour chaque tronçon de route séparé. Quelques exemples, dont l'applicabilité dépend étroitement de la largeur du revêtement de la route, sont décrits dans [11]. Mais ce type de mesures présente plusieurs inconvénients : (1) elles sont de nature curative sans se préoccuper de savoir si la densité de trafic correspond à la fonction attribuée à ces routes par la voirie ; (2) elles se concentrent sur des tronçons de route séparés sans tenir compte de la cohérence locale du réseau ; (3) toute solution apportée à un tronçon de route peut facilement créer des problèmes sur d'autres tronçons situés à proximité ; (4) l'efficacité de ces mesures isolées n'a jamais été évaluée de façon systématique.

Le concept de Sécurité durable s'efforce d'homogénéiser la circulation. Les routes de campagne n'ont qu'une seule voie étroite pour la circulation dans les deux sens, et cette voie est empruntée par un trafic mixte de véhicules petits et gros, légers et lourds. On y trouve en outre des usagers de la route vulnérables, tels que les cyclistes et les promeneurs. On ne peut donc réaliser d'homogénéité au sens strict qu'en séparant les différents groupes d'usagers de la route. Mais cette option manquant de réalisme, on essaie d'atteindre ce but par de faibles vitesses. Lors de l'introduction du concept de Sécurité durable, on a commencé par des vitesses maximum de 40 km/h pour les routes de campagne. Mais vu entre autres la grande différence que cela représentait avec la limitation à 80 km/h en vigueur, on a opté pour une vitesse de 60 km/h lors de la finalisation.

La mise en oeuvre de la Sécurité durable sur les routes de campagne se fait dans la mesure du possible sur le plan local. À cet effet, toutes les routes de campagne de secteurs contigus sont désignées en zones dites de 60 km/h. Cette désignation consiste en premier lieu à placer des panneaux le long de toutes les voies d'accès, alliés généralement à une double ligne transversale sur la route. L'expérience ayant appris que des mesures complémentaires étaient nécessaires pour parvenir réellement à faire respecter la vitesse souhaitée par les usagers, l'aménagement de la route est également modifié. En premier lieu, on y procède dans le cadre d'un aménagement dit sobre, dans lequel des ralentisseurs tels que des dos d'âne et des plateaux surélevés sont placés aux endroits stratégiques (les carrefours et les sorties principalement). L'agencement de la chaussée est modifié à l'aide du marquage : on applique un marquage latéral au lieu d'un marquage central, éventuellement en y ajoutant des bandes cyclables suggestives (Figure 1). La diminution du nombre des victimes de la route que devrait permettre de réaliser la mise en oeuvre de ces zones de 60 km/h sobrement aménagées est estimée à 10 à 20 % par le SWOV, Institut néerlandais de recherche en matière de sécurité routière [12].

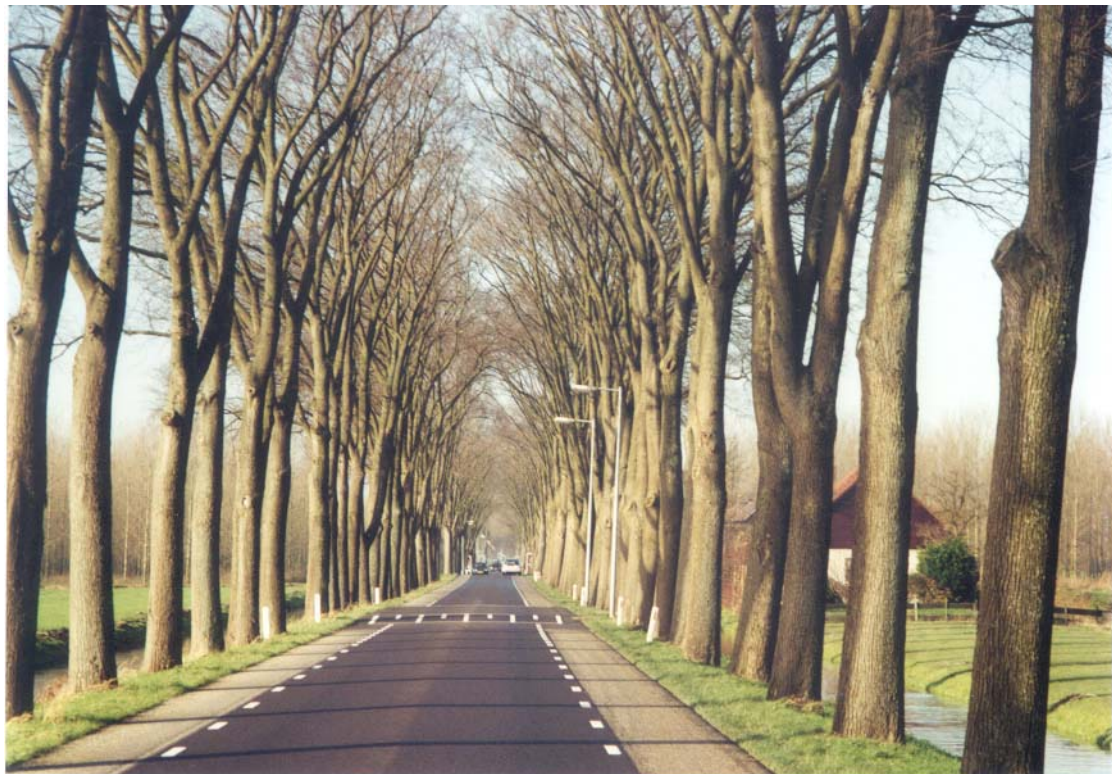


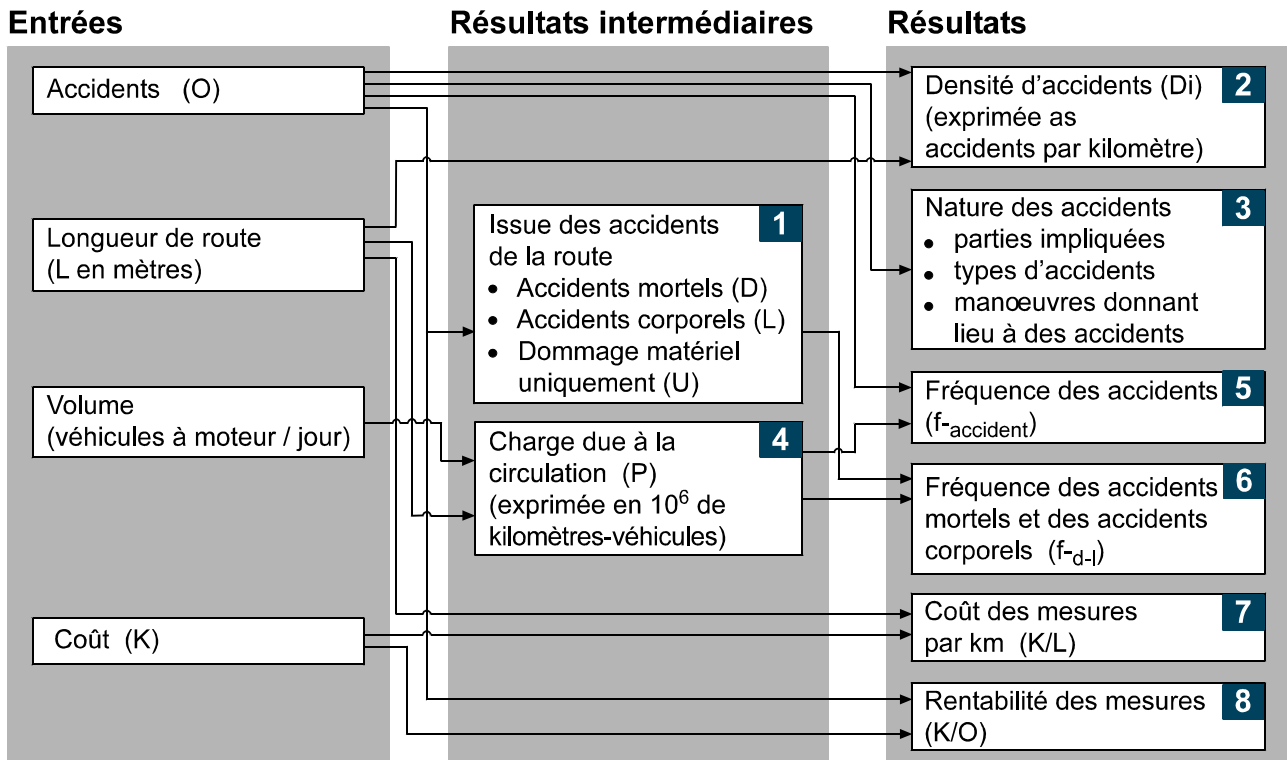
Figure 1 – Panneau de zone près de la voir d'accès (photo du haut) et route de campagne réaménagée dans une zone de 60 km/h (photo du bas).

Les Waterschappen jouent un rôle unique dans la voirie néerlandaise [13]. À l'heure actuelle, elles ont aménagé en zones sobres de 60 km/h près des deux tiers des 7 000 km de routes de campagne placées sous leur gestion. Nous ne disposons pas de chiffres pour les 40 000 km de routes communales, mais là aussi, la création de zones (sobres) de 60 km/h est en pleine expansion, ce qui incite à se demander si ces dispositions permettront d'atteindre l'effet attendu sur la sécurité routière.

4. COMMENT QUANTIFIER L'IMPACT DES MESURES ?

4.1. La méthode d'évaluation des zones de 60-km/h

Pour répondre à la question principale, qui est de connaître l'impact des zones de 60 km/h, l'Union des Waterschappen a fait élaborer une méthode d'évaluation à structure modulaire : voir la Figure 2.



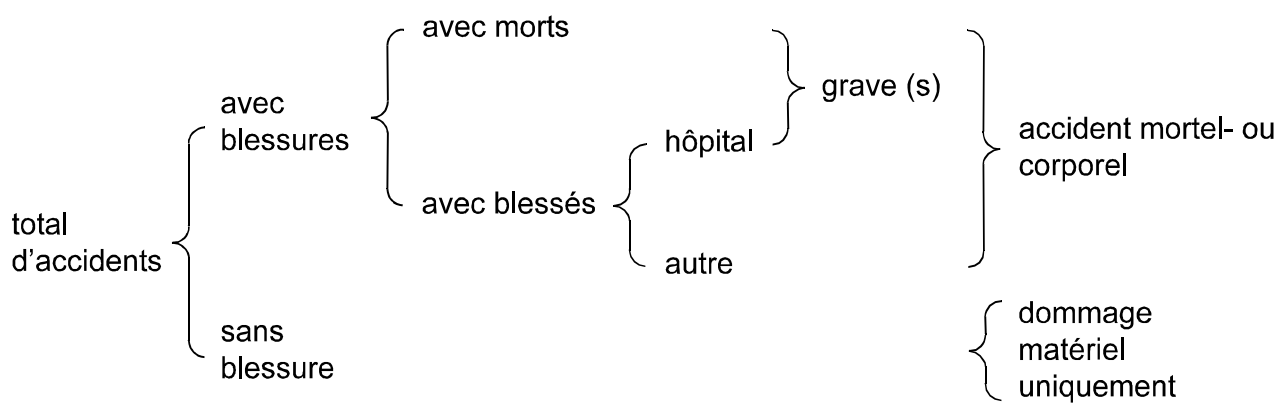
1 n° de module de recherche

Figure 2 - Relation entre les données introduites et les modules de l'outil d'évaluation. Les résultats conjoints des modules 1 à 8 fournissent la réponse à la question centrale de l'étude. Élaboré à partir de [14]

Ce tableau fait ressortir que les zones de 60 km/h sont évaluées à partir des huit indicateurs suivants :

- 1 le nombre d'accidents (corporels)
- 2 la densité d'accidents (le nombre d'accidents corporels par kilomètre)
- 3 la nature des accidents (corporels)
- 4 la production de circulation (le nombre de kilomètres-véhicules parcourus)
- 5 la fréquence des accidents (le nombre d'accidents par kilomètre-véhicule parcouru)
- 6 la fréquence des blessures (le nombre d'accidents corporels par kilomètre-véhicule parcouru)
- 7 le coût des mesures
- 8 la rentabilité des mesures (investissement en euros pour éviter un accident grave)

Les données concernant les accidents sont basées sur les chiffres réellement enregistrés. Il n'y a pas eu de rectification tenant compte de l'augmentation du taux d'enregistrement (c'est-à-dire la part des accidents enregistrés par la police) en fonction du degré de gravité de l'accident. Aux Pays-Bas, ce taux varie de 15 % pour les blessés légers à 61 % pour les blessés hospitalisés et à 93 % pour les accidents mortels [12]. Les accidents sont classés comme suit en fonction de leur gravité :



Les huit indicateurs permettent de répondre à la question centrale de l'étude d'évaluation. Cette réponse est uniquement basée sur le changement qui intervient lorsqu'on crée une zone de 60 km/h. Une étude de contrôle a été effectuée pour apprécier en outre l'évolution du degré de sécurité sur des routes comparables avec une limitation de vitesse à 80 km/h. L'étude de contrôle permet de savoir si la sécurité routière s'améliore après l'aménagement de zones de 60 km/h par rapport aux routes où la vitesse est limitée à 80 km/h. Pour les modules 1 à 3, on a fait une comparaison entre les secteurs étudiés et la zone de contrôle. À cet effet, on s'est servi d'un test T conçu par le SWOV [15]. Pour les modules 4 à 6, on a besoin des intensités de circulation, or elles ne sont disponibles que pour les secteurs évalués et non pas pour la zone de contrôle. Aussi utilise-t-on pour ces modules un test T uniquement axé sur les modifications qui surviennent dans les secteurs étudiés eux-mêmes. Pour les modules 7 et 8, il n'y a pas de vérification mathématique.

4.2. L'application

L'étude d'évaluation a été effectuée dans 9 Waterschappen à fonction de voirie, avec au total 20 sous-secteurs et une longueur de route de 850 km. Dans ce réseau routier, on a établi une distinction entre les tronçons de route et les carrefours. Les tronçons de route sont limités par un carrefour ou la limite du secteur. Les carrefours ont été intégrés à l'étude d'évaluation lorsque toutes les voies concernées étaient administrées par la Waterschap. Pour que cette étude soit représentative, on a introduit une année d'« adaptation » à la nouvelle situation entre la période qui précède et qui suit l'évaluation. La période de pré-évaluation est de 5 ans dans les 20 sous-secteurs, et les années concernées par l'étude d'évaluation varient de 1992-1996 à 1996-2000. La période post-évaluation, qui varie de 2 à 5 ans, est de près de 3½ ans en moyenne. Dans l'étude de contrôle, 2 100 km de routes ont été impliqués sur les conseils du SWOV [15]. La période précédant l'étude de contrôle est de 8 ans et la post-période de 4 ans, ce qu'on estime suffisant pour pouvoir faire des déclarations fondées [16]

5. IMPACT DE L'ANALYSE

Ce paragraphe décrit les résultats par module en se limitant aux accidents corporels. Pour les modules de 1 à 3, les résultats des tests T sont indiqués dans un tableau où une comparaison a été faite avec la zone de contrôle. Ces tableaux répondent pour chaque partie à deux questions, à savoir : (1) est-il question d'un impact si l'on se base sur le test T, et (2) quelle est l'importance minimale de cet impact ? La réponse à la première question est donnée dans la colonne « probabilité de hasard », qui mentionne l'éventualité que les différences rencontrées soient dues au hasard. Si cette probabilité est inférieure à 0.05, on suppose que c'est l'aménagement des zones de 60 km/h qui est responsable de la différence, et non le hasard. Les valeurs dont il est question dans ce cadre sont imprimées en italique dans les tableaux. La réponse à la deuxième question est donnée en mentionnant « l'impact minimal », soit l'effet (exprimé en pourcentages) qui sera atteint ou dépassé dans 95 % des cas sur la base de la comparaison. Les pourcentages négatifs correspondent à une diminution du nombre d'accidents, donc à une amélioration de la situation de la caractéristique d'accident concernée.

Pour les modules 4 à 6, le test T a uniquement été utilisé pour les secteurs étudiés. Les résultats de ces modules sont décrits aux paragraphes 5.4 et 5.6 de cet article.

5.1. Module 1 : Modification survenue dans les accidents corporels

Le Tableau 4 résume les résultats concernant les accidents et les victimes.

Tableau 4 - Comparaison croisée de pré et post-évaluation du secteur étudié et de la zone de contrôle pour les accidents corporels (éléments 1.1/1.5) et le nombre de victimes (point 1.6)

Partie de la route	Probabilité de hasard ^{*)}	Impact minimal ^{**)}
1.1 aux carrefours	<i>0.005</i>	-31 %
1.2 sur les tronçons de route	<i>0.008</i>	-4 %
1.3 sur les tronçons de route et aux carrefours	<i>0.001</i>	-17 %
1.4 proportion de carrefours par rapport aux tronçons de route	<i>0.023</i>	-5 %
1.5 proportion des accidents corporels par rapport à la totalité des accidents	> 0.50	+18%
1.6 nombre de victimes	<i>0.001</i>	-19%

^{*)} *italique* : une probabilité de < 0.05 est considérée comme significative (différence importante)

^{**)} cet impact est atteint ou dépassé dans 95 % des cas

Le Tableau 4 révèle que le nombre d'accidents corporels a baissé de façon importante. La plus grande diminution a été réalisée aux carrefours, mais elle est considérable également sur les tronçons de route. La diminution du nombre de victimes de la route de 10 à 20 % qui avait été prévue grâce à l'aménagement de zones de 60 km/h a été réalisée, puisque cette baisse se chiffre à 19 % au minimum avec une probabilité de 95 %. Le ratio des accidents graves versus le total d'accidents n'est pas changer du fait que mesures.

Le fait que cette baisse soit plus importante aux carrefours peut être dû à une concentration de mesures dans ces endroits-là. Un complément de mesures pour les tronçons de route pourrait éventuellement contribuer à améliorer encore la sécurité

routière. Il est possible qu'une étude de la relation entre le type et le nombre de mesures et l'évolution de la courbe des accidents apporte une réponse à cette question [16].

5.2. Module 2 : Modification survenue dans la densité des accidents

Le Tableau 5 résume les résultats de la densité des accidents (nombre d'accidents corporels par kilomètre)

Tableau 5 - Comparaison croisée de la pré et post-évaluation du secteur étudié et de la zone de contrôle pour la densité des accidents corporels sur les tronçons de route, ainsi que sur le total des tronçons de route plus les carrefours

Partie	Importance ^{*)}	Impact minimal ^{**)}
2.1 sur les tronçons de route	<i>0.008</i>	- 4%
2.2 sur les tronçons de route et aux carrefours	<i>0.001</i>	-17%

^{*)} *italique* : différence importante (< 0.05) ^{**)} cet impact est atteint ou dépassé dans 95 % des cas

Le Tableau 5 fait ressortir que le nombre d'accidents corporels par kilomètre de route a baissé de façon importante. Comme on peut s'y attendre si l'on se base sur les résultats du Tableau 4, la baisse est légèrement plus importante (de 17 % minimum dans 95 % des cas) lorsqu'on compte également les accidents corporels aux carrefours dans le calcul.

Si l'on ne prend pas en considération tous les accidents corporels, mais uniquement ceux qui entraînent des morts et des blessés hospitalisés (les accidents dits graves), la baisse totale de 14 % dans 95 % des cas est légèrement inférieure à celle de tous les accidents corporels. Cette constatation indique que la gravité des accidents (c'est le nombre de morts par 100 accidents graves) n'a pas diminué grâce à l'aménagement des zones de 60 km/h.

5.3. Module 3 : Modification de la nature des accidents

Le Tableau 6 résume les résultats des caractéristiques des accidents corporels. Les accidents avec les véhicules agricoles, les autobus et les camions ne figurent pas dans le tableau en raison de leur faible implication dans les accidents de la route.

Tableau 6 - Comparaison croisée de la pré et post-évaluation du secteur étudié et de la zone de contrôle pour diverses caractéristiques d'accidents

Caractéristiques	Importance ^{*)}	Impact minimal ^{**)}
3.1 unilatéral (A)	0.274	-9%
3.2 avec un objet fixe (A)	0.136	+12%
3.3 frontal (B)	0.326	-5%
3.4 véhicule garé (B)	0.421	+14%
3.5 accidents latéraux (C)	<i>0.026</i>	-31%
3.6 avec un véhicule lent (B)	0.309	+11%
3.7 avec un véhicule lent (C)	0.242	-2%

^{*)} *italique* : différence importante (< 0.05) ^{**)} cet impact est atteint ou dépassé dans 95 % des cas

(A) sur les tronçons de route et aux carrefours (B) sur les tronçons de route

(C) aux carrefours

Bien que, comme l'illustre le Tableau 4, il soit question en moyenne d'une diminution certaine de toutes les catégories d'accident étudiées prises ensemble, on ne note une différence importante pour les caractéristiques séparées qu'en ce qui concerne le nombre d'accidents latéraux aux carrefours. On suppose que cela est dû à la présence de ralentisseurs à ces endroits-là, qui attirent l'attention du conducteur plus tôt sur la présence d'un carrefour, lui permettant de réduire sa vitesse à temps. Il faut noter

également qu'en ce qui concerne certaines caractéristiques d'accidents, les changements positifs (c'est-à-dire donc une détérioration de la sécurité) font partie du secteur où l'on trouve 95 % des résultats.

5.4. Module 4 : Modification de la production de circulation (performance, kilomètres parcourus)

Par production de circulation, on entend le nombre de kilomètres-véhicules parcourus sur tous les tronçons de route à la fois. À cet effet, on a multiplié la longueur avec l'intensité de la circulation pour chaque tronçon. En divisant la production de circulation par la longueur de route totale d'un secteur, on obtient l'intensité pondérée du secteur concerné, ce qui donne une indication du nombre moyen de véhicules empruntant tous les jours un tronçon de route de ce secteur.

La production de circulation dans les 20 secteurs évalués ensemble a augmenté de 3,9 %, passant de 234 à 243 millions de kilomètres-véhicules par an. Or, on pensait qu'elle baisserait. La cause de cette augmentation est peut-être due au fait que les mesures prises ne sont pas assez rigoureuses pour influencer le choix de l'itinéraire, ou à l'absence d'itinéraires alternatifs.

5.5. Module 5 : Modification de la fréquence des accidents

On entend par fréquence d'accidents le nombre d'accidents par kilomètre-véhicule parcouru. Cette fréquence est calculée en divisant le nombre total d'accidents (moyenne annuelle) par la production de circulation.

La fréquence des accidents dans les secteurs étudiés est passée de 1,36 à 1,00 accidents par million de kilomètres-véhicules, soit une diminution de 26 %. Cette baisse s'est produite dans 18 des 20 secteurs étudiés. Mais malgré tout, on ne peut parler de différence importante, ce qui signifie que le risque d'attraper un accident après l'aménagement de zones de 60 km/h n'a pas diminué de façon notable.

5.6. Module 6 : Modification de la fréquence des blessures

Par fréquence des blessures on entend le nombre d'accidents corporels par kilomètre-véhicule parcouru. On calcule cette fréquence en divisant le nombre total d'accidents corporels (moyenne annuelle) par la production de circulation.

Dans les secteurs étudiés, la fréquence des blessures est passée de 0,14 à 0,11 par million de kilomètres-véhicules, soit une baisse de 27 %, qui intervient dans 14 secteurs. Il n'est pas question là non plus de différence marquante, car la probabilité de dépassement est de 0,115. Cela signifie que le risque d'accident corporel après l'aménagement des zones de 60 km/h n'a pas diminué de façon notable.

5.7. Module 7 : Coût des mesures

L'inventaire des coûts de tous les secteurs fait ressortir la somme de 10 106 € par kilomètre. Ce chiffre est fortement influencé par 4 secteurs où des travaux plus compliqués ont été exécutés, comprenant le bitumage. Si l'on ne prend en considération que les autres secteurs où il est question d'aménagement sobre, les frais ne sont plus que de 6 403 € par kilomètre. Mais cette somme est de loin supérieure à l'objectif de 5 672 € par kilomètre pour un aménagement sobre.

5.8. Module 8 : Rentabilité

On calcule le bénéfice d'une mesure par son coût en euros sur le nombre d'accidents évités. Cet ordre de grandeur donne une idée des frais engagés pour éviter une victime grave de la circulation (blessé hospitalisé ou mort). La rentabilité est définie par l'ampleur du coût annuel, les résultats et le nombre d'années sur lequel ils se produisent. Elle est exprimée dans l'investissement annuel et le total d'accidents graves évités « au comptant ».

En exprimant une valeur au comptant, on s'aligne sur les méthodes de travail utilisées habituellement dans les analyses coût-efficacité pour calculer la valeur actuelle (ou au comptant) d'un flux de bénéfices futurs (dans ce cas : les victimes évitées). Pour chaque année où ce bénéfice (les victimes évitées) intervient plus tard, la perte d'intérêt est déduite. Plus le bénéfice se fait sentir tard, et plus il diminue. Dans les analyses coût-efficacité, on utilise généralement le même principe pour les effets futurs, exprimés dans ce cas en d'autres unités que des unités monétaires [16]. Lorsqu'on exprime une valeur au comptant, on utilise un taux d'actualisation de 4 % [12].

Le coût annuel est déterminé en divisant les frais du module 7 par le nombre d'années sur lesquelles la zone de 60 km/h a été aménagée. Les résultats annuels sont calculés en comparant le nombre de victimes graves par an pendant la période de post-évaluation avec celui de la période de pré-évaluation. Pour les investissements d'infrastructure, on part du principe qu'ils ont une durée de vie de 30 ans et que des résultats doivent se faire sentir pendant la totalité de cette période.

On supposait au départ que la rentabilité serait de 18 000 € par victime évitée au comptant. Or, si l'on calcule cette rentabilité sur les 20 secteurs ensemble, elle est légèrement inférieure puisqu'elle se chiffre à 17 600 €. Si le calcul est effectué uniquement pour les secteurs à aménagement sobre, la rentabilité est de 11.000 €. Ce montant est nettement inférieur à celui prévu initialement.

5.9. Conclusions

L'étude d'évaluation des Waterschappen à fonction de voirie a révélé que l'aménagement de zones (sobres) de 60 km/h était une mesure de sécurité efficace. Cette constatation est importante pour les près de 2 000 blessés hospitalisés et de 225 accidents mortels que l'on déplore tous les ans sur les 47 500 kilomètres de routes de campagne en-dehors des agglomérations.

La rentabilité des aménagements sobres est de 11 000 €. Elle est donc bien inférieure à la somme de 18 000 € prévue au départ.

En guise de conclusion, il faut noter que les effets positifs qui ont été enregistrés sur la sécurité routière des zones de 60 km/h sont entièrement dus aux modifications techniques apportées à la route elle-même, et notamment aux carrefours. On peut s'attendre à un renforcement de ces effets grâce à l'entretien et à une politique de soutien axée sur une communication et une éducation nationales ciblées, entre autres.

6. DISCUSSION

L'évaluation des zones de 60 km/h est essentielle pour plusieurs raisons [14] : « Elle permet de déterminer à quel point des mesures complémentaires sont indispensables ou si l'on a besoin d'efforts d'entretien [17]. En outre, cette évaluation facilite la communication avec le public. Le manque de sécurité des routes de campagne n'étant pas toujours évident, partiellement en raison de la fréquence limitée des accidents, le soutien de la part des usagers de la route est parfois restreint et a tendance à disparaître rapidement. La mise en œuvre de la méthode de recherche décrite plus haut peut souligner l'utilité et la nécessité des projets de zones de 60 km/h, et par conséquent, aider à susciter l'approbation du public ».

Les Waterschappen jouent un rôle unique dans l'administration des routes de campagne aux Pays-Bas [13]. Leur différence avec l'autre gestionnaire de ce réseau routier que sont les communes, est la taille du domaine dans lequel elles opèrent. Pour une mise en place efficace de zones de 60 km/h en cohésion avec un réseau de « routes principales » destiné à écouler la circulation de transit, on a besoin d'une échelle suffisamment grande. Or, sur ce plan, les Waterschappen sont assez importantes pour y parvenir, mais la plupart des communes devront coopérer pour atteindre l'échelle souhaitée, ce qui risque de constituer un obstacle dans la pratique. En outre, on observe qu'en réalité, lors de l'adaptation de leur réseau routier dans le cadre du programme de Sécurité durable, les communes mettent l'accent sur les mesures concernant les tronçons urbains, par exemple les zones de 30 km/h. Ici, on peut également réaliser une réduction substantielle des accidents, mais, par contre, le coût par kilomètre courant y est nettement plus élevé, selon les chiffres du ministère du Transport, des Travaux Publics et de la Gestion de l'Eau [17]. Ainsi, les frais qu'il fallait engager pour éviter des victimes sur ces tronçons étaient plus élevés. Aussi devrait-on conseiller aux communes de modifier en premier lieu les routes de campagne dont elles ont la gestion.

« Les objectifs de sécurité routière, tels que la réduction des accidents mortels de 50 % en 2010 dans l'Union européenne, demandent des solutions durables dont l'impact est à long terme » [18 : p9]. Dans ce cadre, l'IRF déclare qu'« il faut apporter d'importantes améliorations au réseau routier lui-même : construction d'autoroutes, de rocade, de routes nationales à plusieurs voies si besoin est, et amélioration du niveau d'entretien des routes » [18 : p9]. Les routes de campagne constituant une part importante du réseau rural de par leur longueur, et une part où se produisent en outre de nombreux accidents par kilomètre parcouru, cette catégorie de routes doit faire l'objet d'une attention toute spéciale si l'on veut améliorer la sécurité routière.

L'étude d'évaluation décrite dans cet article montre que le concept novateur de Sécurité durable de la circulation routière en-dehors des agglomérations sur le réseau des routes de campagne, catégorie à haut risque d'accidents, peut être concrétisé de façon spécifique. Dans les zones de 60 km/h sobrement aménagées, on obtient grâce à des investissements relativement modestes dans des mesures techniques pour la plupart minimales, des améliorations importantes et rentables pour la sécurité routière.

RÉFÉRENCES

1. Elvik, R. (2000). How much do road accidents cost the national economy? *Accident Analysis and Prevention*. Tome 32, pp 849-851
2. Flahaut, B. (2004). Impact of infrastructure and local environment on road unsafety. Logistic modelling with spatial autocorrelation. *Accident Analysis and Prevention*. Tome 36, pp 1055-1066
3. Koornstra, M.J., Mathijssen, M.P.M., Mulder, J.A.G., Roszbach, R., Wegman, F.C.M. (1992). On the way to a sustainably safe road traffic in 1990/2010. SWOV, Leidschendam, Pays Bas. (en Néerlandais)
4. Wegman, F.C.M. (1997a). The concept of a sustainably safe road system. A new vision for road safety policy in The Netherlands. SWOV-report D-97-2. Leidschendam, Pays Bas
5. Wegman, F.C.M. (1997b). Rural road safety in The Netherlands: a new vision for a sustainably safe road system. 3rd ADAC/BAST Symposium 'Driving Safely in Europe'. Baden-Baden, Germany, June, SWOV-report D-97-6. Leidschendam, Pays Bas
6. Jaarsma, C.F., Beunen, R. (2005). The fragmentation of nature by secondary and minor roads and its defragmentation. In: H. van Bohemen (ed.), *Ecological Engineering: bridging between ecology and civil engineering*. AEnas, Technical Publishers, Boxtel, Pays Bas. pp 274-282
7. CROW (Plateforme nationale d'information et de technologie pour l'infrastructure, la circulation routière, le transport et l'espace public) (2002). *Handboek Wegontwerp: wegen buiten de bebouwde kom. Basiscriteria*. Publicatie 164a. Ede, Pays Bas (en Néerlandais)
8. Ministry of Transport, Public works, and Water management/AVV Transport Research Group. (2006). *Road Safety in the Netherlands, Key Figures*. The Hague/Rotterdam, Pays Bas
9. De Wilde, J.G.S. (1997). *Snelheden op plattelandswegen*. SC-DLO rapport 488. Wageningen, Pays Bas (en Néerlandais)
10. Van den Berg, L.L., Jaarsma, C.F., Webster, M.J. (2005). Traffic flows in the rural area of the municipality of Brummen: conjointly to solutions! Report 214. Wetenschapswinkel Wageningen University, Wageningen, Pays Bas (en Néerlandais)
11. De Wit, T. (2000). Handbook on traffic engineering measures for (secondary) rural roads. In: Jaarsma, C.F., Michels Th. (eds.). (2000). *Final Proceedings 3rd CIGR/PIARC International Workshop on Secondary Rural Roads*, Józefów (Poland), 19-21 May 1998. CROW Report 00-07. Ede, Pays Bas, pp 115-133
12. Wesemann, P., 2000, Safety analysis of the National Transportation Plan. Part 2: Costs and cost-effectiveness. SWOV-report D-2000-9II, Leidschendam, Pays Bas (en Néerlandais)
13. Jaarsma, C.F., Van Dijk, T. (2002). Financing local rural road maintenance. Who should pay what share and why? *Transportation Research*. Tome 36A, pp 507-524
14. Jaarsma, C.F., Beunen, R., Hauptmeijer, W.M. (2003). Méthodes d'évaluation des concepts durables de sécurité routière: exemples des zones à vitesse de circulation limitée à 60 km/h. XXIInd PIARC World Road Congress, 19-25 October, Durban (South Africa). Contributions Individuelle, C13 Technical Committee on Road Safety. Préproceedings on CD-ROM. (5 pp).
15. Bos, J.M.J. (1992). Een draaiboek ten behoeve van de evaluatie van effecten van maatregelen. SWOV. Leidschendam, Pays Bas. (en Néerlandais)
16. Beenker, N.J. (2004). Evaluatie 60 km/h projecten. Eindrapport. Via Verkeersadvies/Unie van Waterschappen. Den Haag, Pays Bas. (en Néerlandais)
17. Rijkswaterstaat (Direction générale des Travaux Publics et de la Gestion de l'Eau) / AVV (Groupe de recherche en matière de Transport). (2000). *Onderzoeksplan Handhaving in sober Duurzaam Veilig ingerichte 30 en 60-kilometer gebieden*. La Hague/Rotterdam, Pays Bas (en Néerlandais).
18. IRF (International Road Federation/Fédération Routière Internationale) (2003). *Safe Mobility*. An IRF discussion paper. Geneva/Washington. (16 pp)