

# UNE ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DU PROGRAMME DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE BLACK SPOT - ACCIDENT POINT NOIR

J. SCULLY, B. CORBEN, S. NEWSTEAD & N. CANDAPPA  
Monash University Accident Research Centre, Australia,  
james.scully@muarc.monash.edu.au  
bruce.corben@muarc.monash.edu.au  
stuart.newstead@muarc.monash.edu.au  
nimmi.candappa@muarc.monash.edu.au

## SOMMAIRE

Le rôle essentiel joué par les programmes d'aménagement des routes est de plus en plus reconnu dans le domaine de la sécurité routière. Ainsi les programmes 'accident point noir' - Black Spot' ont été mis en application dans plusieurs pays et dans certains cas, depuis plus de trente ans. L'état de Victoria, en Australie, y a investi la somme considérable de 240 millions de dollars australiens sur une période quatre ans - 2001/2002-2004/2005. Cette communication présente les résultats d'une analyse exhaustive de ce programme mené sur quatre ans et portant sur les indicateurs importants de sécurité, incluant le pourcentage de réduction des accidents causant blessures et morts d'hommes et la rentabilité du programme. L'analyse porte sur l'efficacité du programme dans son ensemble pour trouver des mesures générales visant à réduire les accidents - 1. occasionnés par des véhicules conduisant en sens inverse, 2. ceux, ayant lieu à des carrefours et 3. ceux, impliquant des piétons - et des mesures individuelles pour chaque type d'accidents mentionné. Les résultats présentés ici devraient aider à investir de façon plus efficace dans le système d'infrastructure routière pour une meilleure sécurité. Nous discuterons en dernier lieu des mesures compatibles avec les politiques de sécurité routière pratiquées en Suède, Vision Zero (la Vision zéro) et en Hollande, -The Netherlands Sustainable Safety (le Programme de sécurité durable) et son corollaire en Australie, Safe System(Système de sécurité.)

Les auteurs tiennent à souligner le rôle part joué par Vicroads, ( la Commission de sécurité routière dans l'état de Victoria) qui a commandité l'analyse et la TAC, (la Commission des accidents de la route) qui ont toutes deux soutenu la publication du rapport.

## INTRODUCTION

Le gouvernement de l'état de Victoria débuta le projet régional 'accident point noir' d'une valeur de 240 millions de dollars australiens pour une période de quatre ans. Il portait sur deux composantes distinctes : 'accident point noir' et 'accident point noir éventuel'. On identifia les sites devant tomber sous la composante 'accident point noir' à partir du nombre peu élevé d'accidents survenus en ces lieux sur plusieurs années, tandis que les sites traités sous l'autre composante furent identifiés pour le risque qu'ils représentaient. Cette communication présente les résultats de l'évaluation de 800 sites traités sous la composante 'accident point noir'.

Les sites éventuels identifiés pour bénéficier des mesures correctives furent classés par rapport au coût de l'opération. On retint comme définition pour les 'points noirs', des points distincts sur le réseau routier ou des segments d'une longueur définie de la route. Si le taux d'accidents survenus sur une longueur de la route était similaire et si la

géométrie et les caractéristiques de la route étaient plus ou moins les mêmes sur cette longueur, la route pouvait être définie comme une 'longueur noire'. Le terme 'lieux points noirs' se réfère à la fois aux 'longueurs points noirs' et les 'points noirs' spécifiques tandis que le terme 'points noirs distincts' se réfère essentiellement aux 'points noirs' et non pas aux 'longueurs points noirs'.

Le MUARC (le Centre de recherche sur les accidents de la route de l'université de Monash) fut commandité pour évaluer le programme 'point noir' et pour mesurer les résultats du programme dans son ensemble et les différentes catégories de mesures recommandées et leur efficacité. Nous pensons aussi que l'analyse financière de tout le programme et des différentes catégories de mesures prises permettra aux autorités routières d'investir leurs ressources efficacement, afin de minimiser les traumatismes de la route.

## **1. OBJECTIF, CHAMP D'ACTION ET HYPOTHÈSES**

Cette étude avait pour but d'évaluer l'efficacité du programme 'accident point noir', tandis que le champ d'action se limitait à mesurer l'efficacité en termes de réductions de la fréquence des accidents entraînant blessures et morts d'hommes aux emplacements où les mesures furent appliquées, aussi bien que le coût financier du programme et des catégories de mesures individuelles prises. Les réductions des cas d'accidents de divers degrés de gravité et les estimations des bénéfices financiers furent mesurées pour l'ensemble du programme et pour les différentes catégories de mesures prises. Les sites où les mesures furent appliquées furent regroupés par rapport aux travaux entrepris sur les sites, qu'ils soient situés sur une artère principale, une route secondaire en zone rurale ou métropolitaine.

Le rapport présente les estimations jugées appropriées du nombre de vies sauvées et du nombre d'accidents évités au cours du projet.

Une analyse quasi-expérimentale utilisant la régression de poisson pour comparer, pendant la même période, la fréquence des accidents entraînant blessures et mort d'hommes avant et après les mesures prises sur les lieux identifiés, à celle des accidents sur des sites choisis comme lieux-témoins. S'il faut souligner, d'une part, que les mesures d'analyse utilisées sont importantes pour valider les résultats et assurer la confiance dans les mesures prises, l'on ne peut toutefois pas présenter ces mesures dans leur intégralité, ici, compte tenu de la longueur exigée de la communication. Nous ferons donc référence à d'autres publications sur le même thème dans la bibliographie pour ceux désirant des détails supplémentaires.

Plusieurs hypothèse nulles furent vérifiées, elles avançaient que le programme 'accident point noir' et ses composantes individuelles n'avait aucun effet sur la fréquence des accidents occasionnant blessures et mort d'hommes sur les sites identifiés. Chaque hypothèse fut vérifiée à la lumière d'une double hypothèse alternative qui disait que le programme 'accident point noir' était accompagné d'un changement positif ou négatif dans la fréquence des accidents sur les sites identifiés. Des évaluations précédentes des programmes 'accident point noir' avaient démontré que de tels programmes réduisaient la fréquence des accidents sur les lieux identifiés comparés aux lieux-témoins. En nous appuyant sur les résultats déjà obtenus nous pouvons vérifier la validité du programme à la lumière d'une hypothèse alternative basée sur la seule proposition que le programme résulterait en une réduction des accidents causant blessures et mort d'hommes sur les sites identifiés. Mais une double hypothèse alternative apporte plus de preuves statistiques dans la validation du projet et nous avons pour cette raison préféré une telle

approche. Le lecteur peut choisir entre une double hypothèse alternative et une hypothèse alternative simple en réduisant de moitié les valeurs des estimations statistiques présentées pour l'analyse de la double hypothèse alternative. En passant d'une double hypothèse alternative à une hypothèse alternative simple, les valeurs calculées des estimations statistiques sont seules affectées et cela ne change pas les estimations des effets du programme sur la fréquence des accidents causant blessures et mort d'hommes.

Chaque hypothèse nulle vérifiée, au cours de ce programme, peut être représentée dans sa forme générique énoncée plus bas et la double hypothèse alternative s'y rapportant. Les hypothèses suivantes se rapportent seulement aux résultats du programme dans son ensemble.

N : Que le programme 'accident point noir' n'a aucune incidence sur la fréquence des accidents causant blessures (ou blessures graves et autres) sur les sites identifiés.

A : Que le programme 'accident point noir' a résulté en un changement positif ou négatif dans la fréquence des accidents causant blessures (graves ou autres) sur les sites identifiés.

Les hypothèses suivantes se rapportent aux comparaisons faites entre les différentes catégories de mesures prises.

N : Que l'effet des mesures prises pour réduire la fréquence des accidents causant blessures (graves ou autres) sur les sites identifiés ne diffère pas par rapport aux mesures prises.

A : Que l'effet des mesures prises pour réduire la fréquence des accidents causant blessures (graves ou autres) sur les sites identifiés diffère par rapport au type de mesures prises sur les sites ( pour tous les sites, les sites en zone rurale comparés à ceux en zone métropolitaine autour de la ville de Melbourne, ou sur les routes secondaires en comparaison avec ceux occasionnés sur les artères principales).

## **2. LES DONNÉES**

Les données d'analyse - des données pour 865 mesures prises sous la composante 'accident point noir' furent analysées et financées. Les domaines de données essentielles incluaient les lieux où les mesures furent prises, leur description, les dates de commencement et de fin de l'analyse, le temps estimé des mesures prises, et les coûts de maintenance et d'opération du programme. Seuls les sites possédant tous les détails requis furent inclus et une certaine redéfinition des sites s'avéra nécessaire, là, où, par exemple, une 'longueur noire' était comprise en totalité dans une autre. Après une évaluation exhaustive des détails des mesures prises, nous avons sélectionné pour analyse 804 des 865 sites 'accidents points noirs' avec des mesures financées à hauteur de 198,491,000 de dollars australiens. La moyenne de durée du projet pour les 804 sites était de 15.8 ans et variait entre 3 à 20 ans et la moyenne du coût d'investissement était de 245,723 dollars australiens.

Chaque site identifié était classé dans l'une des trois grandes catégories de mesures prises et ensuite dans l'une des différentes sous-catégories plus spécifiques. Non seulement plusieurs types de mesures avaient été prises sur les sites identifiés mais certains sites individuels avaient aussi reçu plusieurs types de mesures. Pour utiliser la régression de poisson dans l'évaluation de l'efficacité des mesures prises, chaque site devait être associé à une seule mesure.

Les données sur les accidents causant des victimes- nous avons recensé, à partir des données obtenues du RCIS, (Système d'information sur les accidents de la route) tous les accidents causant des victimes dans l'état de Victoria du 1<sup>er</sup> janvier au 30 novembre 2005. 188,786 cas individuels constituaient notre banque de données. Les domaines de données incluaient les dates d'accidents, la sévérité, les numéros des véhicules impliqués, la municipalité concernée, le nombre de personnes tuées, grièvement blessées ou souffrant d'autres types de blessures. Il s'avéra aussi nécessaire d'annexer aux données d'autres éléments d'information relatives au lieu de l'accident - zone rurale ou zone métropolitaine - le code postal du lieu de l'accident, le type de route sur lequel l'accident a eu lieu, et si l'accident a eu lieu à une intersection ou non.

On peut trouver les détails au sujet des données additionnelles mentionnées ici dans le rapport original (Scully, Newstead, Corben et Candappa,2006). Les données sur les accidents ont été étudiées avec attention pour s'assurer que les accidents qui ont eu lieu sur plus d'un site 'accident point noir' (là où deux 'longueurs noires' se croisent) soient dûment alloués à un seul site et que les définitions rigoureuses soient utilisées pour les dates de commencement et de complétion des mesures prises. Quand on rapporta les données pour les 804 sites 'accidents points noirs' aux données sur les accidents, on remarqua que 16628 des 188786 accidents avaient eu lieu sur l'un des 804 sites 'point noir' tandis que 196 accidents avaient eu lieu sur l'un des neuf sites que l'on ne put inclure dans l'analyse par manque d'informations suffisantes.

Coûts des accidents -le programme avait pour but d'estimer la valeur assignée aux différents coûts des accidents survenus en région urbaine et rurale, et ceux de gravité diverse. Chaque accident fut catégorisé selon les définitions suivantes :

Accidents fatals : un accident au cours duquel un usager de la route meurt des suites de ses blessures 30 jours après l'accident.

Accidents graves : un accident où celui/celle qui est le (la) plus grièvement blessé(e) ne meurt pas au bout de 30 jours après l'accident mais est transporté(e) à l'hôpital à cause de l'accident.

D'autres cas de blessures : un accident où celui/celle qui est le/la plus grièvement blessé(e) ne meurt pas et ne requiert pas d'hospitalisation et n'est pas transporté(e) à l'hôpital.

Les résultats présentés dans cette communication utilisent les estimations de coûts/accidents fournis par Austroads (l'Association des Commissions de transport en Australie et en Nouvelle Zélande). Le tableau 1 montre les coûts des accidents en dollars australiens selon les localités et la gravité de l'accident

Table 1 – estimation des coûts par accidents

| Gravité de l'accident | Austroads : Coûts<br>(juin 2001 en dollars australiens) |             |
|-----------------------|---|-------------|
|                       | Zone urbaine  | Zone rurale |
| Accident Fatal        | 1,505,000   | 1,624,000   |
| Blessures graves      | 385,000   | 404,000     |
| Blessures autres      | 17,300  | 17,900      |

### 3. MÉTHODES D'ÉVALUATION

Nous ne pouvons ici présenter que de façon très brève les méthodes d'évaluation, de plus amples détails pouvant être obtenus dans le rapport original (Scully, Newstead, Corber et Candappa, 2006). Une étude quasi-expérimentale fut employée pour évaluer le programme. Le modèle Régression de Poisson fut utilisé pour établir si les changements observés dans la fréquence des accidents sur les sites où les mesures avaient été prises étaient différents et de manière significative des changements observés dans la fréquence des accidents sur les sites où de telles mesures n'avaient pas été prises.

La Régression de Poisson peut-être utilisée pour évaluer le programme dans son ensemble et les mesures prises sur des sites individuels. Les sites ayant les mêmes caractéristiques peuvent être évalués en groupe. L'approche quasi-expérimentale, qui, à l'origine, avait été proposée par Bruhning et Ernst, a depuis été modifiée et est utilisée par MUARC et les chercheurs en matière de sécurité routière (BTE2001)

La Régression de Poisson demande à ce que soit identifié le nombre d'accidents ayant lieu sur chaque site avant et après l'application des mesures. Chaque site où les mesures sont prises est comparé à un site-témoin. Le nombre d'accidents causant blessures et mortalité avant et après les mesures prises sur chaque site-témoin est utilisé pour calculer le pourcentage de réduction du nombre d'accidents causant blessures et mortalité sur les sites recevant les mesures de traitement après la période de traitement en comparaison avec la période antérieure au traitement.

Le pourcentage de réduction du nombre d'accidents causant blessures et mortalité sur des sites où les mesures sont prises est comparé au pourcentage de réduction du nombre d'accidents causant blessures et mortalité sur des sites-témoins analogues. Les sites-témoins sont choisis avec précaution, en comparant la réduction des accidents causant blessures et mortalité sur des sites recevant des mesures de traitement avec des sites-témoins qui n'en reçoivent pas, ce qui aide à différencier les effets des mesures prises contre les accidents causant blessures et mortalité, des autres facteurs, qui ne résultent pas pour leur part du programme et qui pourraient affecter le nombre d'accidents après la période d'application des mesures.

Pour créer un modèle de Régression de Poisson sur les effets des mesures prises pour réduire la fréquence des accidents causant blessures et mortalité sur les sites de traitement, il était nécessaire que tous les sites d'accidents causant blessures et mortalité reçoivent le même code selon les variables utilisées pour repérer les sites-témoins. Donc, il était nécessaire de recoder les variables appropriées aux intersections comme des accidents causant blessures et mortalité sur des 'longueurs noires' pour que tous les accidents causant blessures et mortalité sur une 'longueur noire' soient divisés en accidents survenus ou non à des intersections.

La période avant les traitements s'étendait donc sur 5 ans avant le commencement des travaux. La période après le traitement commençait un mois après la fin des mesures prises jusqu'au 30 novembre 2005.

Comme toutes les périodes avant le traitement s'étendaient sur cinq ans et les périodes après le traitement variaient de 5 mois à 5 ans, pour la plupart des variables – traitement/sites traités, les périodes antérieures au traitement n'étaient pas égales en durée aux périodes postérieures au traitement. Cependant, le fait de comparer un site de traitement et un site-témoin permet de mesurer le nombre d'accidents causant blessures et mortalité avant et après l'application des mesures. Si le nombre d'accidents causant blessures et

mortalité risque d'être faussé à cause de la durée moins longue de la période postérieure au traitement en comparaison avec la durée de la période antérieure au traitement, la même propension à l'erreur existerait pour le site-témoin. Donc, le pourcentage de réduction du nombre d'accidents causant blessures et mortalité pour la période après le traitement comparé avec la période avant le traitement pour le site de contrôle peut aider à normaliser le pourcentage de réduction du nombre d'accidents pour le site traité et pour mesurer l'effet des mesures prises sur les accidents causant blessures et mortalité sur le site traité.

Les rapports sur la sécurité routière ont identifié deux points majeurs à considérer quand on entreprend une analyse quasi-expérimentale pour évaluer les programmes de sécurité routière, notamment, le déplacement du site de l'accident et la régression à la moyenne

L'une des résultantes possibles du traitement des 'accidents points-noirs' est le déplacement du site de l'accident entièrement ou partiellement vers un autre site à côté ou vice-versa du site originel. Si l'on ne tient pas compte, dans une analyse, des effets du déplacement d'un site d'accident, ceci peut causer une estimation incorrecte de l'effet du traitement. Nous n'avons pu obtenir de données complètes sur le volume de trafic sur les sites de traitement et les sites environnants, qui auraient pu affecter le déplacement des sites d'accidents. Donc, les résultats présentés ici ne sont pas compensés par les possibles effets de déplacements des sites d'accidents. Les effets de déplacements des sites d'accidents ne sauraient être importants compte tenu du grand nombre de sites et de types de traitement analysés (qui sont généralement en accord avec les avis donnés par les autorités routières)

La régression à la moyenne est un autre facteur de confusion possible sur l'estimation de l'efficacité des mesures 'accident'. Nous sélectionnons des sites 'accident point noir' pour recevoir des mesures de traitement à partir d'un nombre de sites ayant le même taux d'accident et une même fréquence élevée d'accidents. Le nombre d'accidents est alors mesuré sur une période de temps très courte afin d'inclure la part due au hasard dans les statistiques. Choisir des sites pour recevoir des mesures de traitement sur de telles bases implique qu'il y ait une possibilité que la fréquence des accidents tombe dans la prochaine période, ce n'est là qu'un effet du hasard.

De nombreuses méthodes d'analyse ont été proposées pour contrer le problème de régression à la moyenne par Abbess, Jarrett et Wright, par exemple. Plusieurs de ces méthodes, cependant apportent des suppositions restrictives que les auteurs jugent potentiellement dangereuses et qui pourraient fausser le jugement. Ces méthodes requièrent de plus une comparaison du taux d'accidents survenus sur des sites de traitement avec ceux survenus sur des sites-témoins dans une même région et qui serait fondée sur la variable commune - nombre d'accidents par semaine/taux de trafic. De telles données ne sont pas disponibles généralement dans les proportions requises pour atteindre les objectifs donnés, le BTE reconnaît l'existence d'une telle lacune dans son évaluation du Programme national 'accident point noir'.

D'autres méthodes éventuelles, qui pourraient résoudre les problèmes liés à la régression à la moyenne, incluraient l'utilisation des données sur des accidents avant l'application des mesures, ce qui donnerait une estimation exacte de la fréquence des accidents avant l'application des mesures de traitement sur les sites choisis. On n'utiliserait pas alors les données établies pour la période précédant la sélection du site. Dans l'étude décrite ici, nous avons des données sur chaque site de traitement sélectionné et évalué et sur le nombre d'accidents sur une période de cinq ans avant l'application des mesures. Ceci permet de faire des estimations exactes de la fréquence des accidents avant l'application

des mesures. De plus, il faut souligner que la période étudiée ne coïncide pas généralement avec celle où les données sur le nombre d'accidents avaient été recueillies et où elles avaient servi à sélectionner les sites de traitement. En dernier lieu, une technique d'analyse fut utilisée qui reconnaît le niveau et la distribution de la part du hasard dans les données et comptabilise les niveaux de fiabilité et de valeurs statistiques qui reflètent bien cela. Pour vérifier les hypothèses nulles, cette analyse évalue les changements dans la fréquence des accidents sur les sites durant tout le programme dans les régions métropolitaines et rurales séparément, sur les artères principales et les routes secondaires séparément, et selon les catégories globales de mesures et les mesures spécifiques. Les changements dans la fréquence des accidents sur des sites de traitement furent aussi estimés pour toutes les catégories de sites. Les estimations du nombre de vies sauvées ou du nombre d'accidents évités durant le programme sont aussi présentées, là, où on a démontré que des changements importants dans la fréquence d'accidents sur les sites de traitement peuvent être attribués aux traitements.

L'évaluation incluait des estimations de la rentabilité du programme dans sa globalité et pour les différentes catégories de sites étudiés. Les variables – 1. la proportion coût/bénéfice, 2. la Valeur Présente Nette et 3. la rentabilité du programme de prévention routière selon la gravité des accidents - ont servi à évaluer la valeur économique du projet.

#### **4. RÉSULTATS**

Seuls, les résultats principaux de l'analyse sont présentés, à cause de la longueur de la communication exigée.

Le tableau 2 montre les réductions estimées du nombre d'accidents sur les 804 sites 'accident point noir' selon la gravité de l'accident. L'analyse a démontré que par rapport aux sites choisis, les accidents de moindre gravité sur les sites de traitement furent réduits par un pourcentage impressionnant de 31% tandis que les accidents graves diminuèrent de 35 approximativement. Ces réductions se chiffrèrent à 535 accidents de moindre gravité et 179 accidents graves par an pendant la durée du programme. Des variantes de confiance de +/- 95% ont été démontrées pour chaque facteur de réduction d'accident estimé, ce qui laisse un éventail selon lequel les accidents ont été évités à 95% dans la réalité. Des valeurs statistiques du pourcentage estimé pour chaque type d'accident sont aussi présentées. Chacune de ces valeurs donnent la probabilité selon laquelle la réduction des accidents est due au hasard plutôt qu'aux mesures de traitement appliquées. Le coefficient de corrélation 0.05 a été utilisé pour déterminer si les résultats sont statistiquement probants. Certains lecteurs pourraient choisir d'interpréter les résultats en utilisant un coefficient de corrélation moins rigide.

Il a aussi été estimé que le programme dans sa globalité et pendant sa durée a permis de sauver 204 vies, d'éviter 3116 accidents graves et 8505 accidents avec blessures diverses.

Table 2 – Estimation de réductions d'accidents de tous types d'accidents - accidents graves, accidents graves seulement, autres types de blessures seulement

| Types d'accidents      | Réduction d'accident estimée (%) | Valeur statistique | Variante de confiance sous 95% (%) | Variante de confiance au-dessus de 95% (%) | Nombre d'accidents sur sites traités avant les mesures | Nombre d'accidents évités par an |
|------------------------|----------------------------------|--------------------|------------------------------------|--|--|----------------------------------|
| Tous types d'accidents | 31.3                             | <0.0001            | 27.7                               | 34.7                                       | 1,708  | 535                              |
| Graves                 | 34.5                             | <0.0001            | 28.1                               | 40.4                                       | 517  | 179                              |
| Autres blessures       | 29.8                             | <0.0001            | 25.3                               | 34.0                                       | 1191   | 355                              |

Pour prendre en compte une catégorisation plus large de types d'accidents, les mesures couvriraient plusieurs aspects et incluaient aussi des contre-mesures. Cela devenait donc une tâche complexe que de catégoriser les types de traitement par rapport à chaque site utilisant diverses mesures de traitement par type d'accident, notamment, ceux, impliquant des véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse, des accidents survenus à des carrefours, ou ceux impliquant des usagers de la route à risques. Les mesures de traitement furent conçues pour prévenir ou réduire la sévérité des blessures résultant des différents types d'accidents mentionnés plus haut. Les mesures de traitement pour protéger les usagers à risque tels que les cyclistes et les piétons furent conçues pour éviter les accidents et les blessures. A l'intérieur de chacune de ces grandes catégories d'accidents, des mesures de traitement furent attribuées à des catégories d'accidents spécifiques. Il y a trois niveaux de classification, avec la possibilité de classer une mesure dans l'une des 70 catégories.

Les tableaux 3,4 et 5 montrent l'estimation des réductions d'accidents causés par des véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse, de ceux survenus à des intersections, de ceux impliquant des usagers à risques, respectivement et en utilisant les trois niveaux d'évaluation. Les résultats qui ne sont pas statistiquement valables ont été peints en gris. Les 235 mesures, appliquées aux accidents occasionnés par des véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse, eurent comme résultat une réduction de 21% du nombre d'accidents, en comparaison avec 43% pour les 541 mesures appliquées aux accidents survenus à des carrefours (deux pourcentages probants). Le tableau 5 démontre que les 37 mesures appliquées pour prévenir les accidents impliquant des usagers à risque n'eurent pas d'effet significatif sur le nombre d'accidents occasionnés sur les sites de traitement.(coefficient de corrélation de 0.862)

Les mesures les plus efficaces contre les accidents causés par des véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse impliquaient l'amélioration de la surface de la route(43% de réduction d'accidents) et les garde-fous(42% de réduction), Les mesures les plus efficaces contre les accidents survenus à des carrefours impliquaient l'élargissement des routes pour permettre aux véhicules venant en sens inverse de contourner le trafic venant sur la droite(82%), la création d'intersections décalée en T(81%) et la construction de ronds-points (77%) Nous discutons plus en profondeur des résultats des mesures spécifiques dans la section 5.

Seuls les résultats des estimations des réductions des accidents graves - 1. occasionnés par des véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse, 2. accidents survenus à des carrefours et 3. les accidents survenus aux usagers à risque - sont présentés ici. La plus grande réduction d'accidents graves estimée sur les sites de traitement concernaient les accidents survenus à des carrefours (ç.à.d 45% à des carrefours contre 295 pour les

mesures destinées aux accidents occasionnés par des véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse.

Les mesures contre les accidents impliquant les usagers de la route à risque n'ont pas réduit de façon efficace le nombre d'accidents graves ou tout autre type d'accidents sur les sites traités.

On calcula que le programme dans sa globalité, basé sur les coûts des accidents avancés par Austroads et un taux d'erreur de 6%, aurait en retour une probabilité bénéfice/coût de 3.7 et une valeur présente nette de 556 millions de dollars australiens, démontrant ainsi que le coût requis pour atteindre un tel objectif est compensé par les bénéfices découlant à long terme de la réduction du nombre d'accidents. Le coût moyen pour sauver une vie était d'un million de dollars australiens et pour éviter un accident, il fallait investir 66000 dollars australiens.

Les mesures étaient aussi évaluées pour leur capacité à contribuer à l'objectif de l'Etat de Victoria de réduire de 20% les accidents, jusqu'en 2007. (Vicroads 2002) Parmi les mesures jugées valables pour éviter les accidents graves impliquant des véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse, les garde-fous s'avérèrent être les plus rentables avec un coût moyen d'investissement de 5700 dollars pour éviter un accident pendant la durée du projet et de 6 400 dollars si les mesures concernaient l'amélioration de la résistance anti-dérapante des chaussées, ou 10 200 dollars pour installer des poteaux indicateurs ou des marqueurs en forme de V ou 29 700 pour des accotements sans marquage audio-tactile, 40 400 dollars pour des accotements avec marquage audio-tactile et 56200 dollars pour la construction de chaussées à deux voies ou l'installation de terre-pleins.

Parmi les mesures efficaces contre les accidents survenus à des intersections et qui ont produit des réductions statistiquement fiables du nombre d'accidents graves, il fut observé que le moyen le plus rentable était d'installer des bras extensibles aux feux de signalisation. Une telle mesure requérait un investissement moyen de 2100 dollars pour éviter un accident durant le temps de l'application des mesures. Il est surprenant de noter des résultats aussi impressionnants attendu du fait que de telles mesures ne s'étaient pas avérées aussi efficaces lors des programmes 'point noir' précédents, (Newstead,2001). D'autres analyses sont nécessaires pour établir si les réductions observées sont le produit des mesures d'accompagnement plutôt que l'installation des bras extensibles à proprement parler. Nous discutons en de plus amples détails dans la section 5 de notre communication des autres mesures prises contre les accidents survenus à des intersections, parmi lesquelles la construction de ronds-points s'avéra compatible et de façon convaincante avec la politique de sécurité routière en Australie, le *Safe System* et requérait en moyenne 8924 dollars pour éviter un accident grave.

Table 3 – Estimation du pourcentage de réduction d'accidents attribuable à la composante 'accident point noir' du programme Point Noir de l'Etat de Victoria par rapport aux types de mesures (Mesures prises contre les accidents impliquant des véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse seulement)

| Type de mesures                     |  |  | Nombre de sites traités | Coût des travaux (\$) | Estimation de la réduction du nombre d'accidents % | Coefficient de corrélation |
|-------------------------------------|--|--|-------------------------|-----------------------|--|----------------------------|
| Niveau 1                            | Niveau 2   | Niveau 3   |                         |                       |  |                            |
| 1: Mesures contre sorties de routes |  |  | 235                     | 106,212,000           | 20.6   | <0.0001                    |
|                                     | 1.1: Amélioration de la définition des accotements |  | 96                      | 69,510,000            | 26.4   | <0.0001                    |
|                                     |  | 1.1.1: Revêtement seulement  | 63                      | 34,974,000            | 29.3   | <0.0001                    |
|                                     |  | 1.1.2: Revêtement et marquage audio-tactile                            | 24                      | 33,513,000            | 35.7   | 0.0022                     |
|                                     |  | 1.1.3: Marquage audio-tactile seulement                                | 9                       | 1,023,000             | -17.9  | 0.3436                     |
|                                     | 1.2: Protection de tête de pont                    |  | 12                      | 344,000               | 3.5  | 0.8206                     |
|                                     |  | 1.2.1: Terminaux pour câbles semi-solides                              | 1                       | 33,000                | -104.8   | 0.2895                     |
|                                     |  | 1.2.2: Rambarde de protection  | 2                       | 46,000                | 23.5   | 0.6677                     |
|                                     |  | 1.2.4: Rambarde et amélioration d'extrémités de terminaux              | 3                       | 96,000                | -9.2   | 0.6835                     |
|                                     |  | 1.2.5: Non- spécifié   | 6                       | 169,000               | 24.6   | 0.3034                     |
|                                     | 1.3: Construction de barrières                     |  | 20                      | 3,300,000             | 15.5   | 0.3373                     |
|                                     |  | 1.3.1: Rambarde de protection  | 9                       | 701,000               | 42.2   | 0.05                       |
|                                     |  | 1.3.2: Rambarde et revêtement d'accotement                             | 11                      | 2,599,000             | -7.8   | 0.7349                     |
|                                     | 1.4: Enlever les nuisances de la route             |  | 4                       | 330,000               | -15.4  | 0.4847                     |
|                                     |  | 1.4.1: Installer des poteaux semi-solides                              | 2                       | 177,000               | -29.0  | 0.2302                     |
|                                     |  | 1.4.2: Enlever poteaux et arbres                                       | 2                       | 153,000               | 0.0  | 0.9945                     |
|                                     | 1.5: Alignement et démarcation des routes          |  | 45                      | 18,967,000            | 30.2   | 0.0005                     |
|                                     |  | 1.5.1: Installer des routes à deux voies                               | 10                      | 15,349,000            | 20.5   | 0.1171                     |
|                                     |  | 1.5.2: Améliorer le marquage sur route                                 | 2                       | 46,000                | 75.0   | 0.1782                     |
|                                     |  | 1.5.3: Installer des signaux catadioptriques pour passage pour piétons | 1                       | 112,000               | -1.8   | 0.9795                     |
|                                     |  | 1.5.4: Poteaux indicateurs ou marques en forme de V                    | 32                      | 3,460,000             | 37.9   | 0.0018                     |
|                                     | 1.6: Améliorer l'éclairage                         |  | 5                       | 553,000               | -18.4  | 0.1992                     |
|                                     | 1.7: Améliorer les signaux                         |  | 4                       | 249,000               | 22.7   | 0.4069                     |
|                                     | 1.8: Surface de la route                           |  | 29                      | 2,425,000             | 43.3   | <0.0001                    |
|                                     |  | 1.8.1: Améliorer la résistance anti-dérapante/Réasphalter les routes   | 29                      | 2,425,000             | 43.9   | <0.0001                    |
|                                     | 1.9: Elargissement des routes                      |  | 15                      | 2,568,000             | 25.8   | 0.1635                     |
|                                     |  | 1.9.1: Réaligner ou élargir les courbes                                | 8                       | 1,217,000             | 38.3   | 0.147                      |
|                                     |  | 1.9.2: Ajouter une voie  | 5                       | 892,000               | 12.9   | 0.6244                     |
|                                     |  | 1.9.3: Non-spécifié  | 2                       | 459,000               | 30.2   | 0.6113                     |
|                                     | 1.10: Réduction de la vitesse                      |  | 4                       | 2,456,000             | -30.0  | 0.1526                     |
|                                     |  | 1.10.2: camera de détection  | 1                       | 2,020,000             | 21.2   | 0.4395                     |
|                                     |  | 1.10.4: Bornes de vitesse  | 2                       | 246,000               | -76.5  | 0.0142                     |
|                                     |  | 1.10.5: Bornes de changement de limites de vitesse                     | 1                       | 190,000               | 0.0  | 0.9976                     |
|                                     | 1.11: Mesures pour périphéries                     |  | 1                       | 5,510,000             | -28.7  | 0.3719                     |

Les résultats avec un coefficient de corrélation de moins de 0.05 ont été peints en gris

Table 4 – Pourcentage estimé de la réduction du nombre d'accidents attribuable par type de mesure à la composante 'Accident point noir' du Programme 'Point noir' de l'Etat de Victoria

(Mesures appliquées aux intersections seulement)

| Type de mesures              |                                    |   | Nombre de sites traités | Coût total des travaux (\$) | Estimation de réduction du nombre d'accidents % | Coefficient de corrélation |
|------------------------------|------------------------------------|---|-------------------------|-----------------------------|---|----------------------------|
| Niveau 1                     | Niveau 2                           | Niveau 3  |                         |                             |   |                            |
| 2: Mesures aux intersections |                                    |   | 541                     | 70,340,000                  | 42.8  | <0.0001                    |
|                              | 2.1: Rond-point                    |   | 144                     | 26,704,000                  | 74.0  | <0.0001                    |
|                              |                                    | 2.1.1: Installation   | 133                     | 25,567,000                  | 76.7  | <0.0001                    |
|                              |                                    | 2.1.2: Modification   | 11                      | 1,137,000                   | 54.5  | 0.0036                     |
|                              | 2.2: Signaux                       |   | 204                     | 22,724,000                  | 35.0  | <0.0001                    |
|                              |                                    | 2.2.1: Nouveaux Signaux                                     | 57                      | 12,953,000                  | 49.9  | <0.0001                    |
|                              |                                    | 2.2.2: Phase totalement contrôlée de signalisation à droite | 98                      | 8,598,000                   | 26.6  | <0.0001                    |
|                              |                                    | 2.2.3: Bras extensibles aux feux de signalisation           | 39                      | 1,005,000                   | 33.1  | <0.0001                    |
|                              |                                    | 2.2.4: Changement de Phase                                  | 3                       | 64,000                      | 50.0  | 0.1022                     |
|                              |                                    | 2.2.5: Feux partiellement contrôlé pour tourner à droite    | 4                       | 78,000                      | 14.5  | 0.5436                     |
|                              |                                    | 2.2.6: Nouvel équipement de signalisation                   | 3                       | 26,000                      | 27.7  | 0.3995                     |
|                              | 2.3: Améliorer la définition       |   | 49                      | 2,561,000                   | 36.1  | 0.0002                     |
|                              |                                    | 2.3.1: Installer terre-plein/chaussées à double voies       | 45                      | 2,254,000                   | 43.4  | <0.0001                    |
|                              |                                    | 2.3.2: marquage de lignes                                   | 4                       | 307,000                     | 6.3   | 0.8089                     |
|                              | 2.4: Améliorer qualité des signaux |   | 9                       | 374,000                     | 33.2  | 0.0641                     |
|                              |                                    | 2.4.1: Signaux d'avertissement                              | 5                       | 271,000                     | -18.5   | 0.5215                     |
|                              |                                    | 2.4.2: Lignes d'adhérence                                   | 1                       | 1,000                       | 0.0   | 0.9965                     |
|                              |                                    | 2.4.3: signaux activés par les trams                        | 1                       | 67,000                      | 65.5  | 0.1385                     |
|                              |                                    | 2.4.4: Non-spécifié   | 2                       | 89,000                      | 73.5  | 0.0118                     |
|                              | 2.5: Changement géométrique        |   | 21                      | 3,050,000                   | 64.6  | 0.0026                     |
|                              |                                    | 2.5.1: Intersection décalée en forme de T                   | 14                      | 2,474,000                   | 81.3  | 0.0017                     |
|                              |                                    | 2.5.2: Enlever intersections en forme de Y                  | 3                       | 448,000                     | 87.7  | 0.0583                     |
|                              |                                    | 2.5.3: D'autres réajustements d'approche                    | 4                       | 128,000                     | -6.9  | 0.8833                     |
|                              | 2.6: Ajouter voie                  |   | 55                      | 10,219,000                  | 48.0  | <0.0001                    |
|                              |                                    | 2.6.1: Ajouter voie pour tourner à gauche                   | 7                       | 1,486,000                   | -11.3   | 0.6588                     |
|                              |                                    | 2.6.2: Ajouter voie pour tourner à droite                   | 32                      | 4,218,000                   | 50.6  | <0.0001                    |
|                              |                                    | 2.6.3: Elargir la route à hauteur de la voie de droite      | 10                      | 4,143,000                   | 82.1  | 0.001                      |
|                              |                                    | 2.6.4: Construction de cinq voies                           | 1                       | 73,000                      | -71.0   | 0.4012                     |
|                              |                                    | 2.6.5: Ajouter échangeur de gauche                          | 1                       | 84,000                      | 0.0   | 0.9972                     |
|                              |                                    | 2.6.6: Non-spécifié   | 4                       | 215,000                     | 84.0  | 0.071                      |
|                              | 2.7: Réduction de vitesse          |   | 23                      | 2,203,000                   | -15.8   | 0.3439                     |
|                              |                                    | 2.7.1: Canalisation   | 6                       | 754,000                     | -18.9   | 0.6711                     |
|                              |                                    | 2.7.2: Camera de détection                                  | 2                       | 369,000                     | -6.3  | 0.8468                     |
|                              |                                    | 2.7.3: Réduction de la limite de vitesse                    | 1                       | 73,000                      | 31.5  | 0.5832                     |
|                              |                                    | 2.7.4: Extension de courbe                                  | 14                      | 1,007,000                   | -29.2   | 0.1979                     |
|                              | 2.8: D'autres mesures              |   | 31                      | 2,084,000                   | 38.3  | 0.0004                     |

|  |  |  |    |         |       |        |
|--|--|--|----|---------|-------|--------|
|  |  | 2.8.1: Caméra à infra-rouge                  | 2  | 69,000  | -21.0 | 0.5576 |
|  |  | 2.8.2: Relocalisation d'obstacles            | 4  | 92,000  | 63.6  | 0.0373 |
|  |  | 2.8.3: bannir mouvements                     | 2  | 322,000 | 53.6  | 0.103  |
|  |  | 2.8.4 Améliorer la résistance anti-dérapante | 11 | 859,000 | 44.2  | 0.0123 |
|  |  | 2.8.5: Enlever les nuisances                 | 3  | 186,000 | 63.2  | 0.1667 |
|  |  | 2.8.6: Améliorer l'éclairage                 | 7  | 146,000 | 22.0  | 0.3174 |
|  |  | 2.8.7: Passage à niveaux                     | 2  | 410,000 | 0.0   | 0.9955 |

Les résultats avec un coefficient de corrélation de moins de 0.05 ont été peints en gris

Table 5 - Pourcentage estimé de la réduction du nombre d'accidents attribuable par type de mesure à la composante 'Accident point noir' du Programme 'Point noir' de l'Etat de Victoria

(Mesures pour usagers à risques seulement)

| Type de mesures                |          |  | Nombre de sites traités | Coût total des travaux (\$) | Estimation de réduction d'accidents % | Coefficient de corrélation |
|--------------------------------|----------|--|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| Niveau 1                       | Niveau 2 | Niveau 3                                 |                         |                             |                                       |                            |
| 3: Usager de la route à risque |          |  | 37                      | 3,911,000                   | 1.3                                   | 0.8619                     |
|                                |          | 3.1: Nouveaux feux actives par piétons   | 18                      | 3,070,000                   | -6.7                                  | 0.5429                     |
|                                |          | 3.2: Refuge pour piétons                 | 4                       | 283,000                     | 27.2                                  | 0.2922                     |
|                                |          | 3.3: Balisage de protection pour piétons | 4                       | 137,000                     | -64.2                                 | 0.009                      |
|                                |          | 3.4: Signaux de priorité pour piétons    | 2                       | 70,000                      | 37.9                                  | 0.1131                     |
|                                |          | 3.5: Passage pour piétons colorés        | 3                       | 117,000                     | 27.4                                  | 0.1189                     |
|                                |          | 3.6: Réduction de la limite de vitesse   | 1                       | 122,000                     | 41.2                                  | 0.6246                     |
|                                |          | 3.7: Autres                              | 2                       | 86,000                      | 12.9                                  | 0.6342                     |
|                                |          | 3.8: Voies cyclables                     | 1                       | 26,000                      | 67.2                                  | 0.1659                     |

Les résultats avec un coefficient de corrélation de moins de 0.05 ont été peints en gris

## 5 DISCUSSION

L'évaluation faite ici est exhaustive sous bien des aspects: nous avons évalué plus de 800 mesures individuelles et quelque 69 types de mesures spécifiques et plusieurs indicateurs importants d'efficacité et de rentabilité. Globalement, le programme a permis de réduire la fréquence des accidents sur les routes de Victoria. Le taux d'accidents graves a baissé de 35% approximativement et les accidents occasionnant d'autres formes de blessures a diminué de 31% approximativement. Les résultats étaient compatibles à ceux obtenus lors du programme ASP financé par la TAC et avait réduit le taux d'accident de 26% approximativement.

Pour utiliser les résultats dans le but d'améliorer les stratégies d'investissement pour d'autres programmes 'accident point noir', il faut interpréter les résultats avec prudence. S'il fallait évaluer la rentabilité de certaines mesures spécifiques sur la base des diverses mesures étudiées, on pourrait obtenir différentes évaluations qui détermineraient l'efficacité des mesures selon le taux de réduction des accidents graves, la proportion bénéfice/coût, la valeur présente nette et la rentabilité(par ex. pour les accidents de diverses gravités )Cela créerait de la confusion autour des mesures à favoriser lors des programmes à venir, afin d'atteindre les objectifs du programme.

Ce manque de clarté provient du fait que chaque mesure rapportée, ici, offre de façon évidente des informations différentes sur l'efficacité de chaque mesure et de sa rentabilité. Nous tirerons un meilleur enseignement si nous comprenons les relations entre les mesures alternatives et les objectifs spécifiques d'un programme d'infrastructure routière. Les investissements à venir dans l'aménagement des routes devraient servir à atteindre les objectifs généraux pendant la durée du programme. Nous pouvons donc avancer que le seul indicateur valable parmi ceux établis dans cette étude demeure la rentabilité car cela permet de définir des mesures qui évitent des accidents graves à un moindre coût. Les investissements à venir dans les programmes 'point noir' ou tout autre programme de sécurité routière devraient tenir compte de tels indicateurs. D'autres indicateurs tels que la probabilité bénéfice/coût, la nette valeur présente, la réduction du taux d'accidents sont valables mais n'aident pas à estimer le nombre d'accidents graves évités comme le ferait le facteur de rentabilité économique.

Dans la section suivante, nous évaluons les résultats de deux des trois grandes catégories de mesures, notamment, celles appliquées dans le cas des accidents impliquant des véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse et des accidents survenus à des carrefours. Les discussions suivantes sont axées principalement sur les types de mesures jugées statistiquement fiables dans la réduction d'accidents graves. Tandis que les analyses relatives aux types d'accidents spécifiques n'étaient pas une composante de l'évaluation, les discussions soulignent plutôt les meures probables contre les types d'accidents tombant dans la catégorie d'accidents occasionnés par des véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse et ceux survenus à des carrefours. Nous essayons d'analyser les retombées en nous demandant si les différents types de mesures sont compatibles avec la politique de sécurité routière pratiquée en Australie, *Safe System*. Les critères d'évaluation considérées ici incluent la rentabilité, les taux de réduction estimés, la proportion bénéfice/coût, la valeur présente nette, le nombre de mesures prises, la fiabilité statistique des estimations et leur compatibilité avec les évaluations faites précédemment.

Même si nous ne discutons pas en profondeur de la politique de sécurité routière mise en place en Australie sous l'appellation *Safe System*( Système de sécurité) et qui s'inspire des mesures prises en Suède- *Vision Zero* (vision Zéro) et en Hollande, *The Nethreland's Sustainable Safety* (Programme de sécurité durable). A priori, le *Safe System* vise à concevoir et opérer un système de transport routier qui tolère l'erreur humaine afin de ne pas dépasser les tolérances biomécaniques lors des accidents prévisibles. Ce système vise aussi à éviter des accidents mortels ou ceux de moindre gravité.

#### Des normes de traitement valables

Nous discutons dans cette partie des types de mesures qui ont réussi à réduire le nombre d'accidents graves. Les tableaux 6 et 7 respectivement, donnent en résumé les résultats de la réduction du nombre d'accidents occasionnés par des véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse et ceux survenus à des carrefours. Aucune des mesures prises dans le cas des accidents quittant la chaussée ou roulant en sens inverse n'a produit de réductions statistiquement fiables dans le cas d'accidents de moindre gravité mais le contraire s'avéra vrai, cependant, en ce qu'il s'agit des accidents graves.

Traumatismes sérieux découlant d'accidents occasionnés par des véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse. L'analyse prouve que 6 catégories de mesures prises contre les accidents occasionnés par des véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse s'avèrent efficaces dans la réduction d'accidents graves (coefficient de corrélation de plus de 0.5)

Revêtement d'accotements- deux types de revêtement d'accotements furent mis en application –l'un avec marquage peint et l'autre avec marquage audio-tactile. On estima l'efficacité des ces traitements à réduire le taux d'accidents graves est de l'ordre de 38% et de 39%, respectivement. Si d'une part, il n'y a pas de différence appréciable dans leur efficacité respective contre les accidents occasionnés par des véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse, il y a, cependant, une différence substantielle dans leurs niveaux de rentabilité. Le revêtement d'accotement avec marquage peint permet d'éviter en moyenne un accident pour chaque 29 400 dollars australiens investis, tandis que le revêtement d'accotement avec marquage audio-tactile permet d'éviter un accident pour chaque 40 400 dollars australiens, ce qui implique une somme additionnelle de près d'un tiers dans le cas de revêtement d'accotements avec marquage audio-tactile. Etant donné que nous avons étudié 63 projets concernant le revêtement d'accotements avec marquage peint et 24 projets de revêtement d'accotements avec marquage audio-tactile, nous pensons que les résultats obtenus sont vraisemblablement fiables pour mesurer l'efficacité de ces deux formes de revêtement d'accotements. Cette différence en performance est renforcée par une proportion bénéfice/coût de l'ordre de 2.2 pour le revêtement d'accotements avec marquage peint et de 1.8 pour revêtement d'accotements avec marquage audio-tactile.

Rambarde de protection, garde-fous -20 mesures concernant les barrières de protection furent mises en pratique dont 11 impliquant une combinaison de barrières de protection et de revêtement d'accotements. Seules, les mesures incluant les garde-fous utilisés indépendamment montrèrent une réduction statistiquement fiable dans le cas d'accidents graves, leur efficacité à réduire les accidents graves fut de 66% et leur coût estimé à 5700 dollars australiens, afin de prévenir un accident. La proportion bénéfice/coût était de l'ordre de 12.9. Ce serait souhaitable que toute décision d'entreprendre des investissements majeurs dans l'installation des barrières de protection soient fondées sur plus de 9 sites de traitement uniquement. D'autres sources de preuves devraient être recherchées pour étayer les résultats obtenus.

Poteaux indicateurs ou marqueurs en forme de V. En nous basant sur les 32 mesures concernant les poteaux indicateurs les marqueurs en forme de V nous atteignons une réduction statistiquement fiable de l'ordre de 66% dans le cas d'accidents graves, tandis que le coût estimé pour prévenir un accident était de 10 220 dollars australiens et la proportion bénéfice/coût de 8.6. A cause du nombre relativement important de sites sélectionnés dans l'échantillon et du taux de fiabilité statistique obtenu, nous pensons que c'est une découverte valable. L'efficacité des mesures peut varier par rapport aux facteurs tels que les types de lieux et de routes affectés par les mesures, le nombre et les types d'accidents avant l'application des mesures et le volume de trafic sur les sites de traitement

#### Amélioration de l'effet anti-dérapant

Revêtement de la route- la rentabilité des 29 mesures qui demandaient l'amélioration de l'effet anti-dérapant des routes et le revêtement des surfaces routières était de l'ordre de 6400 dollars australiens, la réduction des accidents graves fut estimée à 40% et la proportion bénéfice/coût était de 11.5. En ce qu'il s'agit d'accidents occasionnés par des véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse, le type de mesure préconisé, requérait le deuxième investissement le plus bas pour éviter en moyenne un accident. Il se montra aussi statistiquement fiable dans la réduction des accidents graves. Si d'une part, on ne peut sous-estimer l'importance de l'effet anti-dérapant, il faut noter qu'un tel effet disparaît de façon conséquente dans le temps, surtout, sur les routes avec un volume de trafic important et qui sont fréquentées par des poids lourds. Ainsi l'amélioration de l'effet anti-dérapant et le revêtement des surfaces routières devraient seulement être prises

comme des solutions à long terme sur des lieux d'accidents, et si on assure, de plus, une maintenance adéquate de ces mesures.

Installer un terre-plein/une chaussée à double voies - 10 projets, furent mis en application et comprenaient la construction de terre-pleins ou de chaussées à double voies, avec un coût moyen de 56200 dollars australiens pour chaque accident évité. Ce qui coûta dix fois plus que le meilleur type de mesure appliqué aux accidents occasionnés par des véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse, notamment, la barrière de protection, et beaucoup plus que tous les types de mesures qui aident à réduire le nombre d'accidents graves à des carrefours. Des routes à double voies et des terre-pleins réduisent le nombre d'accidents graves de 43%, dans une proportion bénéfice/coût de seulement 1.1. Le coût de telles mesures pour ces 10 projets dépassa par plus de 5 millions de dollars australiens les bénéfices obtenus grâce à la réduction de 56% d'accidents graves. A moins que les barrières de protection soient partie intégrante des mesures pour éviter des collisions contre les imprévus sur les terre-pleins, et les accidents impliquant des véhicules qui quitteraient une voie pour une autre, cette catégorie de mesure n'est pas jugée compatible avec les principes de la politique de sécurité routière en Australie, *Safe System*

#### Traumatismes graves lors des accidents survenus à des carrefours

Les mesures prises contre les accidents survenant à des carrefours furent catégorisées ainsi – celles incluant de nouveaux signaux, des modifications aux signaux existants, des changements géométriques à des carrefours sans signalisation, quelques unes des mesures comme celles requérant l'addition d'une bretelle pour tourner à droite, demandait aussi des changements géométriques à des signaux existants. Les types de traitement qui réussirent à réduire les accidents graves à des carrefours sont résumés dans le tableau 7. Parmi celles évaluées, seulement 7 mesures utilisées à des carrefours ont donné des résultats statistiquement fiables dans le cas d'accidents graves. Le type de mesure utilisé sur le plus petit nombre de sites concernait l'intersection décalée sous forme de T (14 mesures) tandis que le type de mesure le plus courant impliquait la construction de 133 ronds-points.

Table 7- Mesures prises à des intersections et qui produisirent des réductions d'accidents graves statistiquement fiables (H – haute; M – moyenne; B – basse)

| Type de mesures                                     | Rentabilité (\$k par accident évité) | Estimation de réduction du nombre d'accidents graves (%) | Proportion bénéfice/coût (d'après les coûts par accidents - Austroads) | Nette valeur prés. | Compatibilité avec système de sécurité en Australie | Nombre de sites traités |
|---|--------------------------------------|--|--|--------------------|---|-------------------------|
| Nouveau feu de signalisation avec bras extensible   | 2.1                                  | 38.6   | 32.2   | 33.8               | L   | 39                      |
| Terre-plein/installation de chaussée à double voies | 4.7                                  | 43.6   | 13.7   | 29.0               | M   | 45                      |
| Ajouter voie pour tourner à droite                  | 7.0                                  | 37.7   | 8.9  | 34.0               | L   | 32                      |
| Feu pour tourner à droite totalement contrôlé       | 8.2                                  | 27.4   | 8.5  | 67.0               | L-M   | 98                      |
| Installation de rond-point                          | 8.9                                  | 82.0   | 6.7  | 145.8              | H   | 133                     |
| Intersection forme de T                             | 11.9                                 | 93.6   | 6.0  | 12.5               | M   | 14                      |
| Nouveaux signaux                                    | 18.7                                 | 50.8   | 3.5  | 38.9               | L-M   | 57                      |

Signaux routiers, nouveaux feux avec bras extensible. En contraste avec les études précédentes, 39 projets consistaient à installer des bras extensibles à des signaux déjà existants, ce qui amena une réduction de 39% dans le nombre d'accidents graves. Des 7 mesures appliquées à des carrefours et qui furent jugées efficaces contre les accidents graves, les bras extensibles eurent une proportion bénéfice/coût estimée à 32.2 et étaient les plus rentables, requérant seulement 2 100 dollars australiens pour éviter un accident.

Des études dans le passé n'ont pas démontré que l'utilisation des bras extensibles pouvait produire des réductions statistiquement fiables, il est donc recommandé que ces 39 mesures soient scrupuleusement examinées pour s'assurer que les réductions observées soient le résultat de l'utilisation des bras extensibles à proprement parler, plutôt que d'autres moyens d'accompagnement.

Signaux routiers, des phases totalement contrôlées pour tourner à droite. Les 98 mesures qui impliquaient l'installation de phases totalement contrôlées pour tourner à droite aux signaux déjà existants à des carrefours ont permis de réduire les accidents graves sur les sites de traitement de 27% avec une proportion bénéfice/coût de 8.5. Une telle mesure coûte en moyenne 822 dollars australiens pour éviter un accident. Tandis que les réductions principales concernaient des accidents pour ceux tournant à droite, de même que les piétons et les collisions potentielles à l'arrière des véhicules. La réduction du nombre d'accidents graves en relation avec les phases totalement contrôlées pour tourner à droite dépendra largement du nombre de telles phases introduites par mesure prise à chaque intersection. Ainsi, la réduction estimée de 27% est une valeur moyenne reflétant le nombre de phases par traitement et pourrait être plus ou moins élevé dépendant du nombre de phases par mesure prise.

Signaux routiers. Nouveau. Le programme actuel impliquait l'installation de signaux sur 57 sites d'accidents à des carrefours, avec pour résultat une réduction de 51% du nombre

d'accidents graves et une proportion bénéfice/coût estimée à 3.5. Pour éviter un accident à des carrefours nouvellement signalisés, cela coûtait 18 700 dollars australiens, soit le double du coût correspondant à la construction de ronds-points et quatre fois plus que le coût de construire des terre-pleins. Tandis que les terre-pleins et dans une moindre mesure les ronds-points n'étaient pas souhaitables à des carrefours, les différences majeures en matière de performance entre ces formes alternatives de contrôle soulignent l'importance de choisir les bonnes mesures par rapport à leur efficacité, leur rentabilité et l'utilisation judicieuse des fonds publics. Une évaluation scrupuleuse des mesures doit être garantie, surtout en ce qu'il s'agit de signaux à des intersections car ils ne permettent pas d'erreur chez les automobilistes, surtout, en ce qu'il s'agit des accidents types avec impact sur le côté. Ce serait donc incompatible avec la politique de sécurité routière en Australie.

Conception géométrique, addition de bretelle pour tourner à droite - 32 mesures furent appliquées à des intersections où au moins une bretelle additionnelle pour tourner à droite fut ajoutée. Le coût pour éviter un accident était de l'ordre de 7 000 dollars australiens et la proportion bénéfice/coût de l'ordre de 8.9. La réduction du nombre d'accidents graves estimée à 38% serait principalement le résultat des réductions de collisions à l'arrière des véhicules et des véhicules ayant changé de bretelle, même si nous n'avons pas fait d'analyse pour chaque intersection. Les mesures d'efficacité diverses résumées dans le tableau 7 sont affectées par le nombre de bretelles additionnelles pour tourner à droite à chaque intersection traitée. C'est-à-dire, quatre bretelles additionnelles pour tourner à droite peuvent apporter une diminution plus importante du nombre d'accidents graves que si seulement une ou deux bretelles étaient ajoutées à chaque intersection traitée.

Conception géométrique, nouveau rond-point - de nouveaux ronds-points furent construits à 133 intersections avec pour résultat une réduction estimée à 82% dans le cas des accidents graves et une proportion bénéfice/coût globalement de l'ordre de 6.7. Le coût pour chaque accident évité est de 3 900 dollars australiens. Parmi les mesures prises concernant les intersections, les ronds points s'avèrent être le moyen le plus efficace pour éviter les accidents, ils furent deux fois plus rentables que l'alternatif majeur, notamment, l'installation de nouveaux signaux aux intersections et requièrent seulement une fraction des coûts de maintenance et d'opération des signaux à des intersections. Même si les terre-pleins et les chaussées à double voies s'avèrent plus rentables, ils conviennent d'habitude à des intersections peu fréquentées sur des routes secondaires. De plus, les ronds-points sont compatibles avec la politique de sécurité routière en Australie, *Safe System* comme ils permettent une marge d'erreur aux conducteurs et offrent une solution à long terme pour gérer l'énergie cinétique des véhicules sur des routes dangereuses. Ils comportent aussi moins de risques pour les occupants des véhicules. A chaque évaluation des mesures faite par MUARC durant ces quinze dernières années, les ronds points ont toujours eu de telles incidences positives sur les résultats.

Conception géométrique terre-plein/chaussée à double voies, on peut obtenir une importante réduction (de nature statistiquement fiable) des accidents graves en construisant des terre-pleins/chaussées à double voies. En moyenne, on peut éviter un accident pour le coût de 4 700 dollars australiens et une proportion bénéfice/coût de 13.7. Des terre-pleins aident à définir de façon efficace la présence d'une intersection et les voies appropriées pour les véhicules et réduisent ainsi la possibilité qu'un véhicule ne quitte sa voie pour aller s'écraser contre un autre sur une autre voie. Cela aide aussi à réduire la vitesse de manœuvre, en restreignant la largeur des voies.

Conception géométrique des intersections décalées sous forme de T, 14 intersections furent décalées sous forme de T et les accidents graves chutèrent de 93% et on put

obtenir proportion bénéfice/coût de 6.3. On put éviter des accidents à raison de 11900 dollars australiens, une performance de loin supérieure à l'installation de nouveaux signaux mais inférieure à celle des ronds-points. On put obtenir de telles réductions d'accidents graves en construisant des intersections décalées sous forme de T à des intersections qui avaient un faible taux d'accidents, sur des routes à grande vitesses et qui possèdent peu d'aides visuelles pour alerter les automobilistes de la présence des intersections. Malgré de tels résultats impressionnants les intersections décalées sous forme de T ne pardonnent pas aux automobilistes leurs erreurs de conduite, surtout, à grande vitesse et sont donc incompatibles avec la politique de sécurité routière en Australie. De telles mesures ne continueront pas à bénéficier des mêmes avantages dans le long terme à mesure que le volume de trafic augmente et dans certains, à mesure que les régions avoisinantes se développent. Il faudrait, donc, des procédures de maintenance systématique pour éviter la dépréciation des mesures prises et que tout dégât soit signalé au plus tôt pour permettre à des solutions à long terme d'être mises en place immédiatement.

### Des variations dans les mesures

Même si le programme a amené des réductions dans le nombre d'accidents graves et d'accidents moins graves, la proportion des réductions diffère selon les catégories d'accidents. Nous publions ici seulement les résultats les plus importants de nos recherches.

### Zone métropolitaine versus zones rurales

Le nombre d'accidents diminua à Melbourne de 27% tandis qu'une baisse correspondante était notée en région rurale. De même, les accidents fatals diminuèrent de 30% à Melbourne et de 44% en zone rurale. Une explication possible serait qu'en région métropolitaine il y a divers types d'accidents en comparaison avec les régions rurales, ce qui donnerait une moyenne plus efficace de cibler avec précision le type d'accidents en région rurale.

Artères principales et routes secondaires. Les mesures prises sur les routes secondaires s'avèrent plus productives à réduire le nombre d'accidents graves ou de moindre gravité plutôt que celles prises sur les artères principales (le taux d'accidents graves fut réduit de 61% en comparaison avec 27% seulement sur les routes secondaires.) Un facteur qui aurait pu contribuer à cela serait la distribution de types de mesures prises et appliquées sur les routes secondaires. Presque la moitié des mesures prises sur les routes secondaires concernaient les ronds-points, ce qui aida à réduire de 82% le nombre de cas d'accidents graves. Par contre, le type de mesure le plus utilisé sur les artères principales concernait les signaux(3%) avec une réduction estimée à 50% dans le cas des accidents graves, seulement 5% des mesures prises sur les artères principales concernaient les ronds-points.

Accidents à des intersections et accidents impliquant les véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse- les mesures prises contre les accidents graves à des intersections s'avèrent plus efficaces de 50% en comparaison avec les mesures prises contre les accidents impliquant les véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse.(45% en comparaison avec 29%) Ceci est peut-être dû au fait que les accidents graves arrivent plus fréquemment à des intersections et demandent donc des mesures plus efficaces que les accidents qui arrivent le long des routes.

## 6. RÉSUMÉ

Cette analyse a permis d'évaluer les accidents, les mesures et le coût des mesures pour estimer l'efficacité du programme à plusieurs niveaux et à travers un éventail d'indicateurs. La discussion se sera donc centrée sur les indicateurs de performance importants afin de permettre à ce que l'investissement à l'avenir dans de tels projets soit renforcé et qu'une plus grande proportion du système routier soit conçu et opéré de façon à rendre les routes sûres.

Si d'une part, on peut dire que le programme est clairement efficace avec des réductions de plus d'un tiers du nombre d'accidents graves, il faut cependant noter des différences conséquentes dans la performance des composantes du programme et dans les catégories de mesures avec, par exemple, une réduction de 29% des accidents impliquant des véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse, 45% moins d'accidents aux intersections, tandis que les mesures prises dans le cas des accidents impliquant les usagers de la route les plus vulnérables n'eurent aucun effet. Parmi les deux composantes qui s'avérèrent les plus efficaces, certaines mesures contre les accidents graves furent très rentables et efficaces, tandis que d'autres produisirent des résultats satisfaisants mais à des niveaux inférieurs et parfois inacceptables de rentabilité. D'autres mesures ne purent réduire les accidents de diverses gravités, dans la plupart des cas, nous ne pouvons conclure si les mesures se sont révélées inefficaces faute d'avoir été mises en pratique de façon suffisante ou de la meilleure façon à garantir leur succès.

Par rapport aux résultats (et les limitations de l'échantillon) nous pensons que plusieurs résultats importants obtenus peuvent orienter les investissements nécessaires pour assurer une bonne infrastructure routière. En nous appuyant sur les résultats obtenus et ceux obtenus précédemment, sur les évaluations faites dans l'état de Victoria, de même que sur une appréciation subjective des caractéristiques opérationnelles de plusieurs catégories de mesures, nous pouvons conclure que :

(i) Dans le cas des accidents impliquant les véhicules quittant la chaussée ou roulant en sens inverse, les types de mesures qui se sont avérées fiables pour réduire le nombre d'accidents graves sont - le revêtement des accotements, l'installation de garde-fous, de poteaux indicateurs ou marqueurs en forme de V pour marquer les délimitations routières et améliorer la résistance anti-dérapante des routes (ou le revêtement des chaussées). Seuls les garde-fous sont considérés comme largement compatibles avec les principes de la politique de sécurité routière en Australie dans le long terme. De plus, les garde-fous se sont avérés plus rentables que les autres types de mesures. Cependant, seulement neuf projets furent évalués, montrant ainsi qu'il faudrait approfondir les analyses et rechercher d'autres preuves pour conforter les résultats obtenus.

(ii) Dans le cas des accidents survenus à des intersections, on peut appliquer les mesures suivantes pour réduire les accidents graves – de nouveaux ronds-points, de nouveaux signaux, des phases totalement contrôlées pour tourner à droite, l'installation de terre-pleins et des chaussées à double voies, des intersections décalées en forme de T et des bretelles additionnelles pour tourner à droite. Seuls les ronds-points, cependant, sont compatibles avec la politique de sécurité routière pratiquée en Australie, le *Safe System*. Les autres mesures appliquées aux intersections se montrèrent efficaces mais peuvent aussi occasionner des impacts de grande sévérité pour cause de simples erreurs de la part des conducteurs. Ainsi, s'ils peuvent éviter des accidents graves dans le court terme, les effets peuvent s'éroder à cause du volume grandissant de trafic, des augmentations de vitesses, du développement urbain, de la population vieillissante et de l'incompatibilité grandissante entre les types de véhicules. Le coût pour éviter un accident était deux fois

plus important pour les nouveaux signaux que pour les ronds-points, tandis que les terre-pleins et les chaussées à double voies coûtaient moins que les ronds-points mais étaient par ailleurs incompatibles avec le *Safe System*. Dans le cas de beaucoup d'intersections, les terre-pleins pourraient éventuellement être remplacés par des mesures d'ordre supérieur. En ce qu'il s'agit des bras extensibles aux feux de signalisation, d'autres recherches restent à faire, comme nous l'avons déjà mentionné.

(iii) Dans le cas des usagers de la route les plus vulnérables, on ne put confirmer de réduction statistiquement fiable dans le nombre d'accidents graves, comme déjà évoqué dans d'autres analyses faites par MUARC. Il faudrait rechercher des mesures renforcées pour traiter des accidents 'point noir' impliquant des piétons

## **BIBLIOGRAPHIE**

Abbess, C., Jarrett, D. B. et al. (1981). "Accidents at blackspots: estimating the effectiveness of remedial treatment, with special reference to the 'regression-to-mean' effect." *Traffic Engineering and Control* 22(10): 535-542.

Bruhning, E. and Ernst, G. (1985). Log-linear models in effectiveness studies - an application to simultaneous before-after comparisons with control group. Evaluation '85, International Meeting on the Evaluation of Local Traffic Safety Measures, Paris, France.

BTE (2001). The Black Spot Program 1996-2002: An Evaluation of the First Three Years. Canberra, Bureau of Transport Economics.

Howard, E. (2004) "Implementing a 'Safe System' approach to road safety in Victoria." Proceedings of Road Safety Research, Policing and Education Conference, Perth, Australia.

Newstead, S. and Corben, B. (2001). Evaluation of the 1992-1996 Transport Accident Commission Funded Accident Blackspot Treatment Program in Victoria. Melbourne, Monash University Accident Research Centre.

Newstead, S. and Corben, B. (2002). Stage 1: Evaluation of the \$240M Statewide Accident Blackspot Program. Melbourne, Monash University Accident Research Centre.

Scully, J., Newstead, S., Corben B. and Candappa, N. (2006). Evaluation of the \$240M Statewide Blackspot Program – Accident Blackspot Component. Contract report prepared by Monash University Accident Research Centre for VicRoads, 2006.

VicRoads. (2002). "arrive alive! 2002 - 2007: Victoria's Road Safety Strategy." Melbourne.