*ORGANISME NATIONAL DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE*

# ÉTUDE SUR L'EFFICACITÉ D'OPÉRATIONS DE SÉCURITÉ

cahiers d'etudes no 6

*Bulletin n° 17*
*Janvier 1968*

# ÉTUDE SUR L'EFFICACITÉ D'OPÉRATIONS DE SÉCURITÉ (1959-60-61)

*F. LEYGUE*
Ingénieur des Ponts et Chaussées

*P. DUFLOT*
Chef-Adjoint de la Division
des Statistiques et Etudes Générales

**RÉSUMÉ**

**Une étude portant sur 289 opérations de sécurité réalisées sur le réseau entre 1959 et 1961 a été effectuée dans le but de comparer le nombre et les caractéristiques d'accidents relevés au droit de ces aménagements avant et après les travaux d'amélioration.**

**L'exploitation des données a consisté en premier lieu à rendre homogènes les informations concernant les accidents en tenant compte en particulier du coefficient d'augmentation du trafic entre les périodes avant et après aménagement. L'efficacité a été ensuite mesurée à partir de deux indices : taux de réduction du nombre d'accidents et indice d'amélioration de la gravité des collisions.**

**L'examen des taux de réduction des accidents a permis de dégager un certain nombre d'enseignements parmi lesquels on peut citer, notamment :**

- **la difficulté d'empêcher les accidents dans les carrefours à plus de quatre branches et la nécessité de faire progresser la technique dans ce domaine ;**
- **l'importance du défaut fondamental que constitue la superposition d'un virage et d'une zone de freinage ;**
- **la nécessité de développer la recherche sur les accidents à un seul véhicule pour isoler l'action défavorable éventuelle des facteurs liés à la route ;**
- **l'insuffisance marquée des dispositions destinées à améliorer la sécurité des piétons dans les agglomérations.**

**SUMMARY**

**A study was made of 289 safety measures in the road network between 1959 and 1961 in order to compare the number and characteristics of the recorded accidents connected with these measures before and after improvement.**

**In the first place the analysis of the results called for a uniformisation of the accident data taking into account in particular the traffic increase index during the period before and after the improvements. The effeciency was then derived from two figures; accident decrease and improvement index of collision gravity.**

**A study of the decrease in the number of accidents has revealed a certain number of facts among which the following may be noted in particular:**

- **the difficulty of preventing accidents at intersections with more than four roads and the need to improve techniques in this field ;**
- **the importance of the fundamental defect of superimposing a bend and a braking area ;**
- **the need to undertake further research on singlevehicle accidents so as to identify the possible unfavourable influence of factors in the road ;**
- **the marked inadequacy of the devices intended to improve pedestrian safety in built up areas.**

# GÉNÉRALITÉS

## 1. - INTRODUCTION.

En France, la Direction des Routes poursuit une politique d'amélioration systématique du réseau par suppression progressive des points les plus dangereux dits « points noirs ». Un grand intérêt s'attache à la mise en évidence de l'efficacité des aménagements correspondants : c'est pourquoi une étude détaillée a été effectuée dans le but de comparer le nombre et les caractéristiques d'accidents relevés au droit de ces points avant et après les travaux d'amélioration. Ces caractéristiques ont été déterminées pendant deux périodes de deux ans encadrant la période des travaux. Les relevés précisaient le nombre de tués et de blessés, le type des véhicules impliqués. En outre, ils étaient classés en fonction de la localisation (hors agglomération, en agglomération), du type d'aménagement (virages, carrefours, aménagements combinés...) et d'autres caractéristiques, telles que l'état de la chaussée, la luminosité, le type d'accident (un véhicule, plusieurs véhicules).

## 2. - MÉTHODE D'ANALYSE.

### 1. - Recueil des données.

L'étude concerne principalement des améliorations de carrefours, des rectifications de virages et des aménagements plus complexes (élargissements avec écrêtements et reprofilages, etc.), mis en service entre le 1er janvier 1959 et le 31 décembre 1961.

Les améliorations de carrefours comportent au moins une des opérations ci-après : dégagements de visibilité, évasement ou élargissement de voies, infléchissement des voies secondaires, implantation d'îlots séparateurs, mise en place de signalisation.

Pour les améliorations de virages, les aménagements comprennent en général l'augmentation du rayon des courbes et du dévers, et l'accroissement de visibilité.

Les opérations sur les sections courantes consistent :

— soit en des aménagements complexes comprenant des améliorations de carrefours combinées avec des rectifications de virages;

— soit en des élargissements ou des reprofilages de voies étroites et bombées avec éventuellement des écrêtements de dos d'âne sans visibilité.

Les services départementaux des Ponts et Chaussées ont fourni pour chaque aménagement un dossier constitué de la manière suivante :

1° un plan de situation, au 1/20.000 dans la plupart des cas.

2° un plan au 1/500 ou au 1/200, décrivant simultanément l'aménagement effectivement réalisé (c'est-à-dire compte tenu des modifications éventuellement apportées au projet initial) et l'état des lieux avant aménagement.

Le plan devait porter sur l'ensemble des indications concernant les caractéristiques de l'infrastructure et de l'équipement à l'exception de la signalisation (bordures, glissières de sécurité, obstacles, talus plantations, etc.).

3° une note précisant les améliorations apportées au profil en travers, le dévers, le type du revêtement, les dégagements de visibilité et en règle générale toutes les indications qui n'auraient pu être reportées sur les plans.

4° Deux diagrammes des accidents corporels : le premier concernant la période de 24 mois précédant l'ouverture du chantier, le deuxième diagramme, la période de même durée postérieure à la mise en service de l'aménagement.

Ces relevés précisaient le nombre de tués et de blessés, le type et les manœuvres des véhicules impliqués, les circonstances des accidents, l'état de la chaussée, la luminosité. La localisation était d'autre part mentionnée : hors agglomération, en agglomération.

Dans le cas des aménagements mis en service par étapes successives, les services locaux devaient choisir dans la mesure du possible la période de 24 mois postérieure à la réalisation complète de l'aménagement.

5° Un indice de circulation permettant de connaître l'évolution de la circulation avant — après l'aménagement au cours des périodes considérées.

Le nombre des dossiers envoyés par les services des Ponts et Chaussées a été de 422. On a éliminé certains dossiers insuffisants. Dans certains cas, les périodes de référence avant-après différaient dans une trop grande mesure de la période de 24 mois, affectant ainsi l'homogénéité de l'échantillon, ou bien les mises en service d'aménagements sortaient de la période demandée. Le nombre d'aménagements sur lequel a porté l'étude a été ainsi ramené à 289, parmi lesquels figurent en général les aménagements les plus efficaces.

**2. - Exploitation.**

La première opération du dépouillement a consisté à calculer le nombre pondéré d'accidents affectés à chaque aménagement afin que les informations soient homogènes et puissent être comparées. Le nombre pondéré est le résultat du produit du nombre brut d'accidents par un coefficient pouvant avoir deux composantes.

La première composante concerne la période de référence des accidents dans la mesure où cette période n'est pas égale à 24 mois.

Le deuxième facteur est le coefficient d'augmentation du trafic entre la période des 2 ans avant aménagement et celle des 2 ans après aménagement.

On pose K : coefficient d'augmentation de la circulation après — avant aménagement. Si $A_1^r$ est le nombre réel des accidents survenus avant l'aménagement et $L_1^r$ la période de référence sur laquelle porte ce nombre (de même $A_2^r$ et $L_2^r$ pour la période après aménagement), les nombres pondérés d'accidents avant-après $A_1^p$ et $A_2^p$ peuvent s'écrire :

$$A_1^p = A_1^r \times \frac{24}{L_1^r} \times K$$

$$A_2^p = A_2^r \times \frac{24}{L_2^r}$$

Le même calcul est effectué pour les nombres de tués et de blessés. A partir de ces éléments devenus comparables, on peut étudier l'efficacité de chacun des types d'aménagement suivant une caractéristique précise en effectuant le rapport du nombre d'accidents pondéré avant aménagement et celui après aménagement. Le quotient ainsi obtenu, normalement toujours supérieur à 1, est un indice significatif de l'amélioration apportée à la sécurité pour l'aménagement réalisé.

On a défini, d'autre part, un indice de réduction de la gravité des accidents. C'est un rapport de deux quotients. Chacun des quotients est le rapport du nombre de tués au nombre de victimes respectivement avant et après la réalisation de l'aménagement, soit :

$$\frac{\text{(Nombre de tués)}}{\text{(Nombre de victimes)}}\ \text{AV} : \frac{\text{(Nombre de tués)}}{\text{(Nombre de victimes)}}\ \text{AP}$$

# RÉSULTATS OBTENUS

## 1. - RÉSULTATS GÉNÉRAUX.

Les résultats généraux sont présentés dans les tableaux 1 à 4. Quelques remarques préliminaires, destinées surtout aux lecteurs ne faisant pas partie de l'Administration, pourront faciliter l'interprétation de ces résultats :

*a*) Les zones aménagées correspondent à une sélection à rebours dans le réseau, c'est-à-dire aux points ou sections jugés les plus dangereux.

*b*) Les gains globaux de sécurité dont il va être question sont des gains correspondant à trois années d'activité d'amélioration, et ils sont calculés pour une durée d'effet de deux ans. Ces gains, mesurés en économie de tués, de blessés, d'accidents, sont donc six fois supérieurs au gain annuel moyen qui était procuré par les opérations de sécurité étudiées alentour des années 1960.

*c*) La majeure partie des opérations a été effectuée sur le réseau de rase campagne.

*d*) La signification des résultats obtenus a été vérifiée au degré de vraisemblance de 0,90.

Les gains bruts et pondérés par le trafic, mesurés dans les conditions définies en *b)* pour 289 aménagements, sont les suivants :

| | Gains accidents | Gains tués | Gains blessés |
|---|---|---|---|
| Brut | 545 | 121 | 1.031 |
| Pondéré | 852 | 164 | 1.574 |

Les gains moyens par aménagement s'établissent de la même façon comme suit : (toujours sur 2 ans)

| | Gains accidents | Gains tués | Gains blessés |
|---|---|---|---|
| Brut | 1,9 | 0,4 | 3,6 |
| Pondéré | 2,9 | 0,6 | 5,4 |

Il importe évidemment au premier chef de rechercher si les améliorations d'infrastructure agissent ou non de la même façon sur la genèse des accidents et sur leur gravité.

Le tableau ci-après qui présente les coefficients de réduction obtenus, montre de suite que la réduction du nombre de tués, donc de la gravité, est bien plus forte que les réductions observées du nombre des accidents et du nombre des blessés.

| | Réduction accidents | Réduction tués | Réduction blessés |
|---|---|---|---|
| Brut | 2,1 | 4,8 | 2,4 |
| Pondéré | 2,8 | 6,1 | 3,1 |

Le coefficient de 2,8 montre que, pour la période 1959-1961, les opérations de sécurité ont substitué $\frac{100}{2,8} = 36$ accidents à 100 accidents.

La proportion d'accidents supprimés est de 64 %, donc inférieure à la proportion de 75 % admise normalement pour l'aménagement des carrefours par exemple. Cependant, en raison de la réduction très forte du nombre des tués, le gain **économique** reste

considérable, comme on pourra le voir dans le tableau ci-après, établi d'après les bases classiques (1) :

| | Coût unitaire d'un aménagement | Coût par accident avant | Coût par accident après | Economie annuelle | Coefficient de rentabilité immédiate |
|---|---|---|---|---|---|
| Brut | 58.100 | 34.400 | 21.000 | 43.600 | 0,75 |
| Pondéré | 58.100 | 34.400 | 21.000 | 61.200 | 1,05 |

Si l'on admet que le nombre des accidents ne croît que comme la puissance 1/2 du trafic, on peut en déduire que le coefficient de rentabilité immédiate des aménagements de sécurité est de l'ordre de 0,9. En réalité, il est très probable que la gravité des accidents après aménagement est inférieure à ce qu'elle était avant aménagement. On n'a pu en tenir compte dans le calcul : le coefficient de 0,9 serait donc plutôt sous-évalué. Toutefois, il ne saurait être question d'étendre les résultats trouvés dans cette étude restreinte à l'ensemble des opérations de sécurité.

## 2. - INFLUENCE DU TYPE DE LA SECTION AMÉNAGÉE.

Le tableau 2 contient les résultats bruts classés suivant le type de la section aménagée. Dans plus de la moitié des cas, l'aménagement a porté sur un carrefour : 22 % des sections se trouvaient en courbe ; 13 % se trouvaient à la fois en courbe et au voisinage d'un carrefour ; 12 % des sections possédaient une certaine longueur et comportaient une ou plusieurs particularités : carrefours, virages, etc.

La variété des géométries routières rend particulièrement malaisée la comparaison de sections différentes du réseau et, a *fortiori*, l'établissement de catégories homogènes. On a donc adopté des catégories peu homogènes mais classiques : carrefours, virages, sections courantes. Il a paru utile de tenir compte du facteur aggravateur que constitue la combinaison des particularités virage et carrefour. On a donc introduit la distinction :

— Carrefours en ligne droite (sur toutes les branches).

— Carrefours en courbe (sur l'une des branches).

La présence d'une courbe entraîne très souvent une diminution notable de la visibilité. **D'autre part, les recherches effectuées au S.E.R.C.** (2) **sur le comportement dynamique des véhicules ont attiré notre attention sur le danger constant et l'inefficacité fréquente du freinage en courbe.** Les résultats obtenus ont justifié assez largement les hypothèses (tableau 3). En effet les plus forts taux de réduction d'accidents ont été observés pour l'aménagement de virages situés à côté d'un carrefour (5,0). Ce fait doit être rattaché au danger que présente le freinage en courbe. Le freinage est, évidemment, une manœuvre très fréquente au voisinage d'un carrefour ; son exécution en courbe est, parfois, inefficace ou bien elle entraîne une perte de contrôle qui peut engendrer une collision avec un autre véhicule. Un freinage en courbe mal exécuté conduit facilement à dépasser la limite d'adhérence, ce qui se traduit :

— Soit par une glissade rectiligne se terminant hors de la route (dérapage à l'avant).

— Soit par un ou plusieurs « tête à queue » (dérapage de l'essieu arrière).

Viennent ensuite le taux de réduction des virages isolés, celui des carrefours (2,4), celui des sections dites « courantes » comprenant des améliorations de carrefours combinées avec des modifications ou des élargissements, reprofilages de voies.

Le taux de réduction calculé à partir du nombre de blessés fournit un classement identique.

Il s'avère donc que les aménagements de virages réduisent davantage les accidents que les aménagements de carrefours. Cette constatation paraît explicable. En effet, l'augmentation des rayons, le relèvement des dévers modifient fortement le comportement dynamique des véhicules qui joue un grand rôle dans ces accidents. Au contraire, si les mesures adoptées pour le tracé des carrefours entraînent, dans une certaine mesure, une réduction de vitesse, elles sont aussi souvent dictées par le souci d'assurer un écoulement rapide des flots de véhicules. En outre, la faute d'origine purement humaine se trouve peut-être plus fréquemment à l'origine des accidents de carrefour.

Il a paru intéressant de chercher, d'autre part, comment varie la diminution de la gravité des accidents selon les types d'aménagements. Les « virages + carrefours » viennent en tête, de loin, sous ce rapport ; ce sont les sections courantes et les carrefours qui leur font suite et les virages isolés se classent, ici, en fin de liste (tableau 8).

Ce dernier résultat nous paraît assez remarquable. Il peut s'expliquer par le fait que, dans l'aménagement d'un virage isolé, on ne cherche pas, en général, à réduire la vitesse moyenne de passage des véhicules. En fait, cette vitesse de passage est maintenue, ou même augmentée, mais dans des conditions de sécurité rendues meilleures grâce aux changements apportés aux dévers et au tracé de la route. Il reste néanmoins que la vitesse des véhicules qui se heurtent ou sortent de la route malgré ces précautions n'est certainement pas inférieure à ce qu'elle était avant l'aménagement. On ne peut s'étonner, dans ces conditions, que la gravité des accidents reste inchangée.

On peut remarquer, enfin, que les résultats donnés par les sections dites « courantes », s'ils sont excellents pour la réduction de gravité, sont les moins bons en ce qui concerne le nombre des accidents.

(1) 1 tué : 150.000 F, 1 blessé : 5.500 F, dégâts matériels : 2.500 F.

(2) Service des Etudes et Recherches sur la Circulation routière (Ministère de l'Equipement et du Logement).

## 3. - ÉTUDE PARTICULIÈRE DES RÉSULTATS DONNÉS PAR L'AMÉNAGEMENT DES CARREFOURS.

Les aménagements de carrefours qui forment le groupe le plus important posent des problèmes souvent très difficiles. Il est donc naturel d'analyser de près les résultats fournis par cette catégorie d'aménagements en tenant compte de différents critères.

### 1. - Influence de la localisation.

La localisation a été définie par trois classes :

*a*) Carrefours situés hors agglomération.

*b*) Carrefours situés dans les agglomérations de moins de 5.000 h.

*c*) Carrefours situés dans les agglomérations de plus de 5.000 h.

Le classement des résultats fait apparaître des différences très importantes entre ces diverses catégories. En effet, les taux de réduction d'accidents constatés sont (tableau 5) entre eux pour les trois catégories ci-dessus comme les nombres 7 - 9 - 5,5 - 3,3. Pour le nombre des blessés, les différences sont également nettes, puisque les taux valent respectivement 3,7 - 3,1 et 1,5 et sont donc entre eux comme les nombres 7,5 - 6 et 3 (tableau 6) (1).

Il est donc possible de supposer :

— Ou bien que la causalité des accidents échappe davantage à l'influence de l'infrastructure en agglomération qu'en rase campagne.

— Ou bien que la technique de nos aménagements sur route est meilleure (à niveaux de coût identique) que la technique de nos aménagements urbains.

Ce résultat est important et, compte tenu, surtout, de l'accroissement très rapide de la circulation dans les villes de province, il doit conduire à un effort accru dans le domaine du tracé et de l'exploitation des carrefours urbains.

### 2. - Influence du nombre de branches.

En utilisant un partage classique, on a distingué :

*a*) Les carrefours à trois branches.

*b*) Les carrefours à quatre branches.

*c*) Les carrefours à plus de quatre branches.

Les résultats obtenus ne sont pas très différents pour les deux premières catégories, les taux de réduction valent 3,1 et 2,6. Par contre, en ce qui concerne la troisième catégorie, on peut presque parler d'échec, car le taux s'abaisse à la valeur très faible de 1,3 (tableau 7).

On peut dire, par conséquent, que les carrefours à trois branches sont correctement aménagés, et que les carrefours à quatre branches le sont un peu moins.

(1) Il est néanmoins nécessaire de noter que les différences constatées peuvent provenir en partie du fait que les coefficients d'augmentation du trafic sont connus avec une marge d'incertitude plus grande en agglomération qu'en rase campagne.

Les carrefours complexes se trouvent, le plus souvent, en agglomération. Ils ont été l'objet de retouches plutôt que d'une refonte générale. Les résultats semblent montrer l'inefficacité fréquente de telles retouches.

## 4. - INFLUENCE DE LA LOCALISATION POUR L'ENSEMBLE DES AMÉNAGEMENTS.

Les taux de réduction correspondant aux différentes possibilités de localisation dans le cas général sont assez proches de ceux trouvés dans le seul cas des carrefours. Cependant, les mauvais résultats donnés par les aménagements effectués dans les villes sont encore accentués. On pourra noter que les aménagements effectués en agglomération, mais hors intersection, se trouvaient en très petit nombre.

## 5. - L'ÉTAT DE LA CHAUSSÉE.

En séparant les accidents survenus sur chaussée sèche et sur chaussée mouillée, on peut mettre en évidence, dans une certaine mesure, l'incidence du dérapage.

Pour les carrefours, la réduction obtenue est un peu plus forte sur chaussée sèche que sur chaussée mouillée. Par contre, pour tous les autres aménagements, les taux de réduction sont bien plus forts pour les accidents survenus sur chaussée mouillée (tableau 12).

Ces résultats paraissent spécialement intéressants car, si théoriquement on sait que l'insuffisance des rayons, des dévers, de la rugosité, augmente le risque de dérapage ou d'inefficacité de freinage, il est rare que l'effet correspondant sur le nombre d'accidents puisse être mis en évidence. Ici, la part de responsabilité que l'on peut attribuer aux défauts de la route apparaît nettement. En effet, le nombre d'accidents survenus dans les virages sur chaussée mouillée **a été divisé par 12 environ, alors que les taux de réduction normaux sont de l'ordre de 2 ou 3.** Ce résultat montre bien que la combinaison de défauts géométriques et de défauts de surface peut créer des risques d'accidents considérables.

Si les aménagements effectués ne créent pas, à chaque fois, des conditions parfaites telles que visibilité totale, freinage en ligne droite, ils suppriment, du moins, la combinaison désastreuse de plusieurs éléments trop fréquemment réunis : mauvaise visibilité, zone de freinage en courbe, adhérence insuffisante, etc.

Pour l'ensemble des aménagements, le taux de réduction moyen s'abaisse finalement à 2,6 sur chaussée sèche et 3,9 sur chaussée mouillée.

## 6. - LA LUMINOSITÉ.

Nous avons essayé, également, de rechercher si la réduction des accidents était la plus forte pour le jour ou pour la nuit.

Les résultats sont assez surprenants. On trouve que le taux de réduction est presque deux fois plus fort

le jour que la nuit pour les carrefours à trois branches, mais ne diffère pas significativement pour les carrefours à quatre branches (tableau 13).

En ce qui concerne les virages, la réduction est une fois et demie plus forte le jour que la nuit, le rapport étant de l'ordre de 1,4. Mais pour les virages combinés avec des carrefours, la tendance est inversée, la réduction est deux fois plus forte la nuit que le jour (tableau 15).

Par contre, sur l'ensemble des aménagements, on trouve un taux de réduction exactement équivalent dans les deux cas. Nous n'avons pu établir de résultats significatifs pour les accidents survenus dans la pénombre en raison du faible nombre de ceux-ci.

### 7. - LES ACCIDENTS A UN SEUL VÉHICULE.

Il est, évidemment, intéressant de rechercher dans quelle mesure les différentes catégories d'accidents sont touchées par l'amélioration de l'infrastructure. En ce qui concerne les accidents à un véhicule (Tableau 16), on a trouvé une réduction très prononcée pour tous les virages (réduction 6,9) et pour certaines sections courantes. La réduction est simplement moyenne pour les carrefours en ligne droite (2,8).

D'une manière générale, les accidents à un véhicule sont, cependant, nettement plus réduits que la moyenne, le rapport de réduction étant de **4,9 au lieu de 3.**

Ce résultat confirme bien que **les accidents à un seul véhicule sont fréquemment liés à des défauts géométriques de la route.**

Les accidents à un seul véhicule formaient 55 % de tous les accidents survenus en virage, avant aménagement ; ils ne forment plus que 30 % de ces mêmes accidents après l'aménagement.

### 8. - LES ACCIDENTS DE PIÉTONS.

Les accidents de piétons ne formaient guère que 7 % du total des accidents avant aménagement. Il a paru, cependant, souhaitable d'analyser les résultats obtenus (tableau 18).

La réduction de ce type d'accidents est, dans l'ensemble, inférieure à la moyenne, comme on pouvait le craindre. Les résultats sont cependant bons pour les carrefours en ligne droite, **hors agglomération.** Ils sont même excellents pour les carrefours en courbe : rappelons, à cet égard, que le piéton est un grand pourvoyeur de freinages d'urgence ! De toute manière, les ilots généralement mis en place, lors des aménagements de carrefour en rase campagne, paraissent protéger efficacement la traversée des piétons.

Par contre, les résultats ne sont pas satisfaisants pour l'aménagement des carrefours en agglomération : sur un ensemble de 60 carrefours, on n'a pu constater aucune réduction du nombre d'accidents contre piétons ! Le nombre d'accidents n'était pas très élevé ; cependant il n'a nullement diminué, mais au contraire, légèrement augmenté.

### 9. - TYPES DE COLLISIONS.

Les aménagements d'infrastructure n'exercent pas tous la même influence sur les différents types de collisions (tableau 19).

On constate que ces aménagements réduisent nettement (2,7 à 3,1) l'accident classique entre véhicules pénétrant dans une intersection par deux branches perpendiculaires ou obliques entre elles.

L'accident du tourne-à-gauche avec un autre véhicule circulant dans le même sens est, également, bien réduit en moyenne.

La collision « arrière » entre deux véhicules circulant dans le même sens, subit une réduction de 2,3. Elle survient fréquemment lorsque le véhicule de tête freine très brutalement pour tourner à droite ou à gauche et se trouve percuté par le véhicule suivant. Il est normal que la réduction soit, ici, moindre, car on ne fait pas toujours de voie spécialisée pour les tourne-à-gauche et on en fait rarement pour les tourne-à-droite.

Reste, enfin, la collision entre un véhicule tournant à gauche et un véhicule survenant en sens inverse. **Les aménagements actuels paraissent inefficaces pour ce type d'accident.** Le coefficient de réduction ne s'élève, en effet, qu'à 1,2. Il y a là un problème de technique de l'aménagement des carrefours que nous soumettons à la compétence des spécialistes.

## CONCLUSIONS

De telles études fournissent presque toujours de nombreux enseignements utiles. C'est ainsi que nous avons mis en lumière :

— L'inefficacité relative de nombreux aménagements effectués en agglomération.
— La difficulté d'empêcher les accidents dans les carrefours à plus de quatre branches et la nécessité de faire progresser la technique dans ce domaine.
— L'importance du défaut fondamental que constitue la superposition d'un virage et d'une zone de freinage.
— Le rôle joué par l'insuffisance de visibilité dans les accidents survenus la nuit en virage ou dans les carrefours à trois branches. En effet, dans ces deux cas, les résultats obtenus sont bien meilleurs pour les accidents de jour.
— La nécessité de développer la recherche sur les accidents à un seul véhicule pour isoler l'action défavorable éventuelle des facteurs liés à la route.
— L'insuffisance marquée des dispositions destinées à améliorer la sécurité des piétons dans les agglomérations.

TABLEAU 1

Résultats bruts

| Localisation | Nombre d'aménagements | AVANT | | | APRÈS | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Acc. | Tués | Blessés | Acc. | Tués | Blessés |
| Hors agglomération | 209 | 711 | 126 | 1.356 | 254 | 22 | 456 |
| Agglomération < 5.000 h. | 44 | 144 | 18 | 212 | 58 | 2 | 77 |
| Agglomération > 5.000 h. | 36 | 173 | 9 | 218 | 171 | 8 | 222 |
| TOTAL GÉNÉRAL | 289 | 1.028 | 153 | 1.786 | 483 | 32 | 755 |

Résultats pondérés

| Localisation | Nombre d'aménagements | AVANT | | | APRÈS | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Acc. | Tués | Blessés | Acc. | Tués | Blessés |
| Hors agglomération | 209 | 925 | 161 | 1.759 | 254 | 22 | 440 |
| Agglomération < 5.000 h. | 44 | 183 | 23 | 271 | 58 | 2 | 77 |
| Agglomération > 5.000 h. | 36 | 225 | 12 | 282 | 169 | 8 | 220 |
| TOTAL GÉNÉRAL | 289 | 1.333 | 196 | 2.312 | 481 | 32 | 737 |

TABLEAU 2

*Résultats bruts par type d'aménagement*

| Catégorie | Nombre de points recensés | AVANT | | | APRÈS | | | AV/AP | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Acc. | Tués | Blessés | Acc. | Tués | Blessés | Acc. | Tués | Blessés |
| Carrefours | 146 | 521 | 65 | 891 | 289 | 14 | 414 | 1,8 | 4,6 | 2,2 |
| Virages | 63 | 202 | 34 | 376 | 58 | 10 | 123 | 3,5 | 3,4 | 3,1 |
| Virages + carrefours | 39 | 130 | 24 | 200 | 33 | 3 | 55 | 3,9 | 8,0 | 3,6 |
| Elargissements, reprofilages, écrêtements | 13 | 59 | 11 | 125 | 38 | 2 | 65 | 1,6 | 5,5 | 1,9 |
| Aménagements complexes | 20 | 98 | 17 | 159 | 62 | 3 | 93 | 1,6 | 5,7 | 1,7 |
| Ponts + virages | 8 | 18 | 2 | 35 | 3 | 0 | 5 | 6,0 | — | 7,0 |
| TOTAL | 289 | 1.028 | 153 | 1.786 | 483 | 32 | 755 | 2,1 | 4,8 | 2,4 |

TABLEAU 3

*Résultats pondérés par type d'aménagement*

| Catégorie | Nombre de points recensés | AVANT | | | APRÈS | | | AV/AP | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Acc. | Tués | Blessés | Acc. | Tués | Blessés | Acc. | Tués | Blessés |
| Carrefours | 146 | 680 | 84 | 1.158 | 288 | 14 | 412 | 2,4 | 6,0 | 2,8 |
| Virages | 63 | 261 | 44 | 485 | 58 | 10 | 107 | 4,5 | 4,4 | 4,5 |
| Virages + carrefours | 39 | 163 | 28 | 252 | 33 | 3 | 55 | 5,0 | 9,5 | 4,6 |
| Elargissements, reprofilages, écrêtements | 13 | 73 | 14 | 158 | 38 | 2 | 65 | 1,9 | 7,1 | 2,4 |
| Aménagements complexes | 20 | 131 | 23 | 212 | 62 | 3 | 93 | 2,1 | 7,7 | 2,3 |
| Ponts + virages | 8 | 25 | 3 | 47 | 3 | — | 5 | 8,2 | — | 9,3 |
| TOTAL | 289 | 1.333 | 196 | 2.312 | 482 | 32 | 737 | 2,8 | 6,1 | 3,1 |

TABLEAU 4

*Taux d'amélioration des différents types d'aménagements*

| Catégorie | Nombre de points recensés | AVANT | | | APRÈS | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Acc. | Tués | Blessés | Acc. | Tués | Blessés |
| Carrefours | 146 | 4,7 | 0,6 | 7,9 | 2,0 | 0,1 | 2,8 |
| Virages | 63 | 4,1 | 0,7 | 7,7 | 0,9 | 0,2 | 1,7 |
| Virages + carrefours | 39 | 4,2 | 0,7 | 6,5 | 0,8 | 0,1 | 1,4 |
| Elargissements, reprofilages, écrêtements | 13 | 5,6 | 1,1 | 12,2 | 2,9 | 0,2 | 5,0 |
| Aménagements complexes | 20 | 6,6 | 1,2 | 10,6 | 3,1 | 0,2 | 4,7 |
| Ponts + virages | 8 | 3,1 | 0,4 | 5,8 | 0,4 | — | 0,6 |
| TOTAL | 289 | 4,6 | 0,7 | 8,0 | 1,7 | 0,1 | 2,6 |

TABLEAU 5

*Taux de réduction des accidents et indice de gravité pour l'ensemble des carrefours en fonction de leur localisation*

| Type d'aménagement | Localisation | Nombre d'aménagements | Accidents | | | | $\frac{T}{T + Bl.} \times 100$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | AVANT | APRÈS | $\frac{AV-AP}{AV}$ | AV/AP | AVANT | APRÈS |
| Carrefours | Hors agglomération | 88 | 409 | 129 | 0,7 | 3,2 | 7,9 | 3,1 |
| | Agglomération < 5.000 h. | 28 | 88 | 31 | 0,6 | 2,9 | 5,3 | — |
| | Agglomération > 5.000 h. | 30 | 183 | 128 | 0,3 | 1,4 | 3,3 | 4,3 |
| | TOTAL GÉNÉRAL | 146 | 680 | 288 | 0,6 | 2,4 | 6,7 | 3,3 |

TABLEAU 6

*Taux de réduction en carrefours de la gravité des accidents (nombre de blessés)*

| Type d'aménagement | Localisation | Nombre d'aménagements | Blessés | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | AVANT | APRÈS | $\frac{AV-AP}{AV}$ | AV/AP |
| Carrefours | Hors agglomération | 88 | 788 | 215 | 0,7 | 3,7 |
| | Agglomération < 5.000 h. | 28 | 141 | 45 | 0,7 | 3,1 |
| | Agglomération > 5.000 h. | 30 | 229 | 152 | 0,3 | 1,5 |
| | TOTAL GÉNÉRAL | 146 | 1.158 | 412 | 0,6 | 2,8 |

TABLEAU 7

*Taux de réduction des accidents pour les carrefours en fonction de leur localisation*

| Type d'aménagement | Localisation | Nombre d'aménagements | Accidents | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | AVANT | APRÈS | AV-AP / AV | AV/AP |
| Carrefours 3 branches | Hors agglomération | 27 | 144 | 37 | 0,7 | 3,9 |
| | Agglomération < 5.000 h. | 11 | 33 | 11 | 0,7 | 3,0 |
| | Agglomération > 5.000 h. | 13 | 48 | 24 | 0,5 | 2,0 |
| | TOTAL | 51 | 225 | 72 | 0,7 | 3,1 |
| Carrefours 4 branches | Hors agglomération | 57 | 242 | 83 | 0,7 | 2,9 |
| | Agglomération < 5.000 h. | 15 | 51 | 19 | 0,6 | 2,7 |
| | Agglomération > 5.000 h. | 8 | 55 | 34 | 0,4 | 1,6 |
| | TOTAL | 80 | 348 | 136 | 0,6 | 2,6 |
| Carrefours > 4 branches | Hors agglomération | 4 | 23 | 10 | 0,6 | 2,3 |
| | Agglomération < 5.000 h. | 2 | 5 | 1 | 0,8 | 4,6 |
| | Agglomération > 5.000 h. | 9 | 80 | 69 | 0,1 | 1,2 |
| | TOTAL | 15 | 108 | 80 | 0,3 | 1,3 |

TABLEAU 8

*Taux de réduction des accidents et indice de gravité par type d'aménagement*

| Types d'aménagements | Nombre d'aménagements | Accidents | | | | $\frac{T}{T + Bl.} \times 100$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AVANT | APRÈS | AV-AP / AV | AV/AP | AVANT | APRÈS |
| Carrefours | 146 | 680 | 288 | 0,6 | 2,4 | 6,7 | 3,3 |
| Virages | 63 | 261 | 58 | 0,8 | 4,5 | 8,4 | 8,6 |
| Virages + carrefours | 39 | 163 | 33 | 0,8 | 5,0 | 10,1 | 5,2 |
| Elargissements, reprofilages, écrêtements | 13 | 73 | 38 | 0,5 | 1,9 | 8,2 | 3,0 |
| Aménagements complexes | 20 | 131 | 62 | 0,5 | 2,1 | 9,8 | 3,1 |
| Ponts + virages | 8 | 25 | 3 | 0,9 | 8,2 | 5,3 | — |
| Tous aménagements | 289 | 1.333 | 482 | 0,6 | 2,8 | 7,8 | 4,1 |

TABLEAU 9

*Taux de réduction par type d'aménagement de la gravité des accidents (nombre de blessés)*

| Types d'aménagements | Nombre d'aménagements | Nombre de blessés | | Taux | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | AVANT | APRÈS | AV-AP / AV | AV/AP |
| Carrefours | 146 | 1.158 | 412 | 0,6 | 2,8 |
| Virages | 63 | 485 | 107 | 0,8 | 4,5 |
| Virages + carrefours | 39 | 252 | 55 | 0,8 | 4,6 |
| Elargissements, reprofilages, écrêtements | 13 | 158 | 65 | 0,6 | 2,4 |
| Aménagements complexes | 20 | 212 | 93 | 0,6 | 2,3 |
| Ponts + virages | 8 | 47 | 5 | 0,9 | 9,3 |
| Tous aménagements | 289 | 2.312 | 737 | 0,7 | 3,1 |

TABLEAU 10

*Taux de réduction des accidents suivant les catégories de carrefours et l'état de la chaussée*

| Types d'aménagements | Localisation | Nombre d'aménagements | AV/AP sèche | AV/AP mouillée |
|---|---|---|---|---|
| Carrefours 3 branches | Hors agglomération | 27 | 4,2 | 5,1 |
| | Agglomération < 5.000 h. | 11 | 2,9 | 3,1 |
| | Agglomération > 5.000 h. | 13 | 1,8 | 3,2 |
| | TOTAL | 51 | 3,1 | 4,1 |
| Carrefours 4 branches | Hors agglomération | 57 | 2,9 | 3,4 |
| | Agglomération < 5.000 h. | 15 | 3,1 | 1,8 |
| | Agglomération > 5:000 h. | 8 | 2,0 | 0,9 |
| | TOTAL | 80 | 2,8 | 1,9 |
| Carrefours > 4 branches | TOTAL | 15 | 1,4 | 1,2 |

TABLEAU 11

*Taux de réduction des accidents des carrefours et des virages suivant l'état de la chaussée*

| Types d'aménagements | Localisation | Nombre d'aménagements | AV/AP sèche | AV/AP mouillée |
|---|---|---|---|---|
| Carrefours | Hors agglomération | 88 | 3,2 | 3,6 |
| | Agglomération < 5.000 h. | 28 | 3,2 | 2,3 |
| | Agglomération > 5.000 h. | 30 | 1,5 | 1,3 |
| | TOTAL | 146 | 2,5 | 2,1 |
| Virages | Hors agglomération | 61 | 3,9 | 12,4 |
| | En agglomération | 2 | 0,9 | — |
| | TOTAL | 63 | 3,5 | 12,7 |
| Rappel : total tous aménagements | | 289 | 2,6 | 3,9 |

TABLEAU 12

*Taux de réduction des accidents par type d'aménagement suivant l'état de la chaussée*

| Types d'aménagements | Localisation | Nombre d'aménagements | AV/AP sèche | AV/AP mouillée |
|---|---|---|---|---|
| Elargissements reprofilages, écrêtements | Hors agglomération | 10 | 1,5 | 3,1 |
| Aménagements complexes | Hors agglomération | 12 | 2,9 | 5,7 |
| | En agglomération | 8 | 1,4 | 2,2 |
| | TOTAL | 20 | 1,8 | 3,2 |
| TOTAL : Elargissements, reprofilages, écrêtements + aménagements complexes | TOTAL | 30 | 1,6 | 3,1 |
| Virages + carrefours | Hors agglomération | 30 | 3,9 | 12,8 |
| | En agglomération | 9 | 2,7 | 7,3 |
| | TOTAL | 39 | 3,5 | 11,7 |
| Rappel : TOTAL tous aménagements | | 289 | 2,6 | 3,9 |

TABLEAU 13

*Taux de réduction des accidents suivant les catégories de carrefours et la luminosité*

| Types d'aménagements | Localisation | Nombre d'aménagements | AV/AP jour | AV/AP nuit |
|---|---|---|---|---|
| Carrefours 3 branches | Hors agglomération | 27 | 5,3 | 2,1 |
| | Agglomération < 5.000 h. | 11 | 5,7 | — |
| | Agglomération > 5.000 h. | 13 | 1,5 | 7,5 |
| | TOTAL | 51 | 3,7 | 2,1 |
| Carrefours 4 branches | Hors agglomération | 57 | 2,6 | 3,3 |
| | Agglomération < 5.000 h. | 15 | 2,8 | 5,1 |
| | Agglomération > 5.000 h. | 8 | 2,2 | 0,2 |
| | TOTAL | 80 | 2,5 | 2,1 |
| Carrefours > 4 branches | Hors agglomération | 4 | 2,5 | 0,6 |
| | En agglomération | 11 | 1,1 | — |
| | TOTAL | 15 | 1,3 | 3,4 |

TABLEAU 14

*Taux de réduction des accidents des carrefours et des virages suivant la luminosité*

| Types d'aménagements | Localisation | Nombre d'aménagements | AV/AP Jour | AV/AP Nuit |
|---|---|---|---|---|
| Carrefours | Hors agglomération | 88 | 3,1 | 2,4 |
| | Agglomération < 5.000 h. | 28 | 3,5 | 2,1 |
| | Agglomération > 5.000 h. | 30 | 1,4 | 1,4 |
| | TOTAL | 146 | 2,4 | 2,1 |
| Virages | Hors agglomération | 61 | 5,8 | 3,7 |
| | En agglomération | 2 | 1,4 | — |
| | TOTAL | 63 | 5,2 | 3,7 |

TABLEAU 15

*Taux de réduction des accidents par type d'aménagement suivant la luminosité*

| Types d'aménagements | Localisation | Nombre d'aménagements | AV/AP Jour | AV/AP Nuit |
|---|---|---|---|---|
| Elargissements, reprofilages, écrêtements | Hors agglomération | 10 | 2,2 | 1,6 |
| | En agglomération | 3 | 8,7 | 0,6 |
| | TOTAL | 13 | 2,5 | 1,4 |
| Aménagements complexes | Hors agglomération | 12 | 2,7 | 7,0 |
| | En agglomération | 8 | 2,1 | 2,7 |
| | TOTAL | 20 | 2,4 | 4,8 |
| Elargissements, reprofilages, écrêtements + aménagements complexes | TOTAL | 33 | 2,4 | 2,3 |
| Virages + carrefours | Hors agglomération | 30 | 4,6 | 7,8 |
| | En agglomération | 9 | 2,2 | 5,5 |
| | TOTAL | 39 | 3,8 | 7,0 |
| Rappel : TOTAL tous aménagements | | 289 | 2,8 | 2,9 |

TABLEAU 16

*Taux de réduction des accidents à 1 véhicule suivant le type d'aménagement*

| Types d'aménagements | Nombre d'aménagements | Accident à 1 véhicule | | |
|---|---|---|---|---|
| | | AVANT | APRÈS | AV/AP |
| Carrefours | 146 | 51 | 18 | 2,8 |
| Virages | 63 | 144 | 21 | 6,9 |
| Ponts + virages | 8 | 14 | 1 | 13,9 |
| Elargissements, reprofilages, écrêtements | 13 | 30 | 18 | 1,7 |
| Aménagements complexes | 20 | 22 | 2 | 10,9 |
| Virages + carrefours | 39 | 78 | 9 | 8,7 |
| TOTAL tous les aménagements | 289 | 339 | 69 | 4,9 |

TABLEAU 17

*Taux de réduction des accidents à 2 véhicules ou plus suivant le type d'aménagement*

| Types d'aménagements | Localisation | Nombre d'aménagements | Accident à 2 véhicules ou plus | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | AVANT | APRÈS | AV/AP |
| Total carrefours | Hors agglomération | 88 | 348 | 109 | 3,2 |
| | Agglomération < 5.000 h. | 28 | 76 | 25 | 3,1 |
| | Agglomération > 5.000 h. | 30 | 166 | 109 | 1,5 |
| | TOTAL | 146 | 590 | 243 | 2,4 |
| Virages | TOTAL | 63 | 106 | 33 | 3,2 |
| Ponts + virages | TOTAL | 8 | 9 | 1 | 9,4 |
| Elargissements, reprofilages, écrêtements | TOTAL | 13 | 43 | 18 | 2,4 |
| Aménagements complexes | TOTAL | 20 | 93 | 55 | 1,7 |
| Elargissements, reprofilages, écrêtements + aménagements complexes | TOTAL | 33 | 137 | 73 | 1,9 |
| Virages + carrefours | TOTAL | 39 | 72 | 23 | 3,1 |
| Total de tous les aménagements | Hors agglomération | 209 | 594 | 187 | 3,2 |
| | Agglomération < 5.000 h. | 44 | 126 | 40 | 3,2 |
| | Agglomération > 5.000 h. | 36 | 194 | 146 | 1,3 |
| | TOTAL | 289 | 914 | 373 | 2,5 |

TABLEAU 18

*Taux de réduction des accidents contre piéton par type d'aménagement*

| Types d'aménagements | Localisation | Nombre d'aménagements | Accident contre piéton | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | AVANT | APRÈS | AV/AP |
| Total carrefours | Hors agglomération | 88 | 21 | 5 | 4,2 |
| | Agglomération < 5.000 h. | 28 | 6 | 5 | 1,3 |
| | Agglomération > 5.000 h. | 30 | 14 | 17 | 0,8 |
| | TOTAL | 146 | 41 | 27 | 1,5 |
| Elargissements, reprofilages, écrêtements + aménagements complexes | TOTAL | 33 | 17 | 7 | 2,4 |
| Virages + carrefours | TOTAL | 39 | 12 | 2 | 6,2 |
| Rappel : total tous aménagements | Hors agglomération | 209 | 36 | 11 | 3,3 |
| | Agglomération < 5.000 h. | 44 | 22 | 12 | 1,8 |
| | Agglomération > 5.000 h. | 36 | 25 | 18 | 1,4 |
| | TOTAL | 289 | 83 | 41 | 2,0 |

TABLEAU 19

*Taux de réduction des accidents par type d'aménagement en fonction des types de manœuvres*

| Types d'aménagements | AVANT/APRÈS | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| Carrefours 3 branches | 5,0 | 3,5 | 3,0 | 1,8 | 2,7 |
| Carrefours 4 branches | 1,1 | 3,4 | 3,5 | 1,1 | 3,3 |
| Carrefours > 4 branches | 2,4 | 2,4 | 0,9 | 0,8 | 2,6 |
| Tous les carrefours | 2,7 | 3,2 | 2,6 | 1,1 | 3,0 |
| Elargissements, reprofilages, écrêtements + aménagements complexes | 1,9 | 1,5 | 4,1 | 0,9 | 0,7 |
| Virages + carrefours | 2,3 | 3,7 | 2,7 | 4,3 | 1,2 |
| TOTAL GÉNÉRAL | 2,3 | 3,1 | 2,7 | 1,2 | 2,2 |