

EVALUATION DE LA SÉCURITÉ DE L'ESPACE ROUTIER DANS LA PERSPECTIVE D'UN ALIGNEMENT EN TROIS DIMENSIONS ET DE LA LONGUEUR DES STRUCTURES ROUTIÈRES

N. MORI & T. IKEDA

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Tsukuba, Ibaraki, Japan
mori-n92g2@nilim.go.jp, ikeda-t92gm@nilim.go.jp

Résumé

Des études portant sur la concentration des accidents de la circulation au Japon indiquent qu'environ la moitié de tous les accidents de la route provoquant des morts ou des blessés sur des routes à grande circulation surviennent sur environ 6% du total de leurs sections de route à chaussée unique et sur 4% de toutes les intersections.

Bien que les accidents de la circulation sont composés par des combinaisons complexes de trois facteurs, être humains, véhicules, et routes, le facteur humain étant la cause la plus fréquente des accidents de la route. Toutefois, l'existence de secteurs dangereux indique que la contribution des facteurs routiers à la survenue d'accidents de la route à ces endroits est plus grande qu'ailleurs.

Selon les critères pour la conception géométrique des routes, les valeurs minimales pour les éléments tels que l'alignement horizontal, l'alignement vertical, etc. sont fixés conformément à la vitesse théorique, et bien qu'il existe également des concepts de base concernant les combinaisons souhaitables de l'alignement horizontal et de l'alignement vertical, il existe peu de règles détaillées concernant des points tels que la combinaison des valeurs numériques. Les routes possèdent un alignement en trois dimensions, et simultanément les intersections sont situés à certains intervalles le long de la route. Par conséquent, pour évaluer avec précision et exactitude la sécurité d'une route, il est nécessaire de la considérer comme un espace possédant un alignement tridimensionnel et une certaine longueur.

De ce point de vue, une base de données concernant les accidents de la route a été utilisée afin de procéder à une analyse destinée à clarifier les conditions des structures routières où les accidents de la route surviennent fréquemment. Ce rapport présente les résultats de cette analyse portant sur la sécurité d'une route dans la perspective d'un espace avec un alignement tridimensionnel et une certaine longueur, et appuie le point de vue que pour réellement améliorer la sécurité d'une route, il est essentiel non seulement de définir des normes de conception pour les éléments structurels individuels (alignement horizontal, alignement vertical, etc.) mais également de prendre en considération de manière globale la combinaison de ces éléments.

MOTS CLE

Analyse des accidents de la route, structure de la route, alignement routier, délinéateur

1. Introduction

La circulation routière comprend trois éléments ou facteurs: le facteur humain (les conducteurs), les véhicules et les routes. Les accidents de la route surviennent à cause d'un défaut ou d'une erreur de l'un de ces trois éléments ou encore d'un défaut ou d'une erreur causés par l'interaction de ces trois éléments (Shinar 1978). On considère que les facteurs liés à l'élément humain constituent la cause la plus fréquente d'accidents de la circulation, mais il existe des points particulièrement dangereux dans tous les pays. Au Japon, on observe qu'environ la moitié de tous les accidents de la route provoquant des morts ou des blessés sur des routes à grande circulation surviennent sur environ 6% du

total de leurs sections de route à chaussée unique. La cause de ces accidents de la route est probablement due à une des erreurs d'origine humaine provoquées par l'environnement routier et/ou les conditions et l'environnement de la circulation routière. Généralement, chaque pays utilise des critères pour la conception des routes qui définissent des valeurs spécifiques pour chaque type d'alignement vertical et d'alignement horizontal conformément à la vitesse de conception (SETRA 1994, etc.) tels que l'Ordonnance concernant la structure des routes (Association des routes du Japon, 1983) au Japon. Toutefois, la sécurité sur les routes peut être réduite par une combinaison de facteurs. Par exemple, une conception considérée comme sûre uniquement du point de vue du rayon de courbure pourrait devenir peu ou non sûre si celle-ci concerne un tronçon avec un alignement vertical. En outre, la sécurité pourrait être réduite en raison d'une combinaison de ce tronçon et des tronçons précédents, comme par exemple dans le cas d'une section de route avec une succession de virages.

Par conséquent, nous avons analysé dans cette étude la relation entre les accidents de la route et la combinaison de virages horizontaux et de pente ou la combinaison d'alignements vertical et horizontal dans des sections successives de la route. En outre, on a procédé à une analyse portant sur la relation entre les accidents de la route et la combinaison de l'alignement horizontal et les délinéateurs que l'on considère être efficaces pour réduire le nombre d'accidents dans les virages.

2. Méthodes d'analyse

2.1 Données appliquées

Dans cette étude, l'analyse a été réalisée au moyen de la Base de données intégrée concernant les accidents de la route, et les données du Recensement sur la circulation routière concernant les environnements de la circulation routière. En outre, MICHI, la base de données pour la gestion des routes, est combinée avec la Base de données intégrée concernant les accidents de la route dans cette analyse afin de comprendre les structures routières détaillées et les équipements afférents et connexes. La Base de données de contrôle de la circulation routière est uniquement disponible pour les routes nationales (longueur totale : 21.828 km pour l'année fiscale 2001) administrée directement par le Ministère de l'aménagement du territoire et des transports. Par conséquent, cette analyse couvre les sections de ces routes.

2.2 Méthodes d'analyse

Dans cette étude, le taux des accidents de la route (accidents / milliards de véhicules km) est utilisé pour indiquer la survenue d'accidents de la route et est calculé pour chaque condition des structures routières sur les sites où sont survenus les accidents de la route. Les données quantitatives telles que le rayon de courbure et l'alignement vertical sont divisés selon des plages appropriées pour le calcul du taux des accidents de la route.

3. Résultats

3.1 Relation entre le taux des accidents de la route et la combinaison de l'alignement horizontal et vertical

Nous avons analysé la relation entre le taux des accidents de la route et les rayons de courbure de la route (Fig.1) ainsi que la relation entre le taux des accidents de la route et le pourcentage de la déclivité (Fig. 2). Nous n'avons utilisé que les données pour les sections à niveau lors de l'analyse des rayons de courbure, et lors de l'analyse de la déclivité seulement les données concernant les sections droites sont utilisées. En outre, la relation entre le taux des accidents de la route et la combinaison des rayons de courbure et la déclivité (Fig. 3) a été analysée. Nous vous signalons que dans le calcul les sections

courbées de transition sont incluses dans les sections courbées. Par ailleurs, une section avec un pourcentage de déclivité inférieur à 1% est considérée comme une section plate.

Les résultats de l'analyse ont montré que pour les rayons de courbure inférieurs de moins de 400 m, plus le rayon est petit plus le taux des accidents de la route est élevé. Toutefois, dans le cas de rayons de courbure supérieurs à 400 m, le taux des accidents de la route ne diminue pas, et a tendance à demeurer uniforme ou à augmenter légèrement. En ce qui concerne les combinaisons des rayons de courbure et du pourcentage de la déclivité, on a constaté que le taux des accidents de la route est plus élevé pour un rayon de courbure réduit combiné avec un pourcentage peu élevé de déclivité, et pour un rayon de courbure important combiné avec un pourcentage peu élevé de déclivité. On a également constaté que le taux des accidents de la route est plus élevé sur les sections droites et planes. Ces résultats suggèrent que les sections avec un petit rayon de courbure enregistrent des taux d'accidents plus élevés en raison de la difficulté à négocier les virages serrés. D'autre part, on suppose que la raison à l'origine de l'accroissement du taux des accidents dans des virages facilement négociables ou dans des côtes avec un pourcentage de déclivité peu élevé et le relâchement de l'attention du conducteur qui est plus détendu sur ces tronçons, ceci entraînant une augmentation de la vitesse de conduite et un manque d'attention.

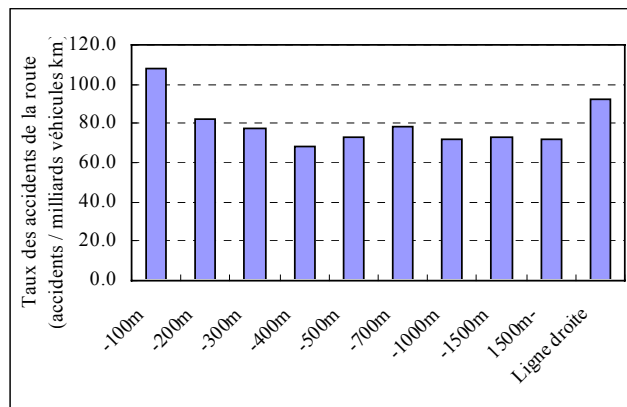


Fig. 1 Relation entre le taux des accidents de la route et le rayon de courbure

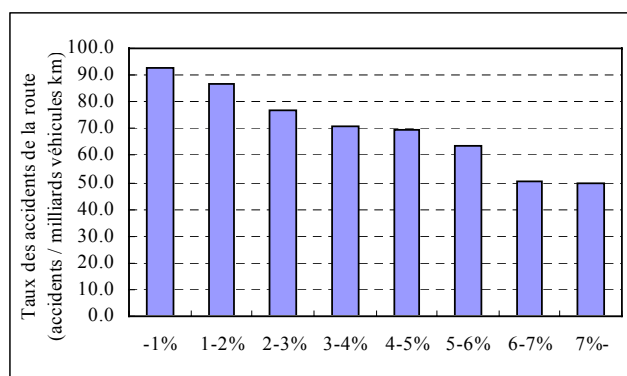


Fig. 2 Relation entre le taux des accidents de la route et le pourcentage de la déclivité

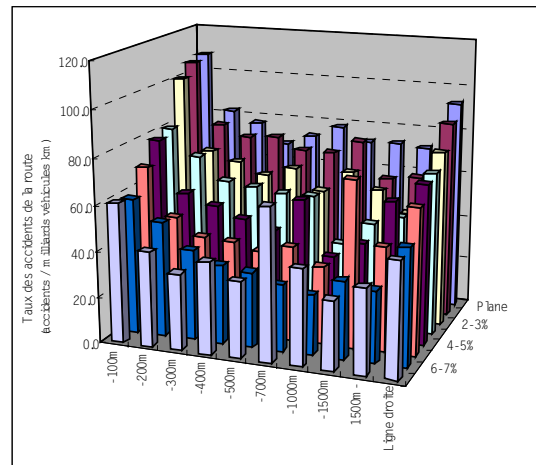


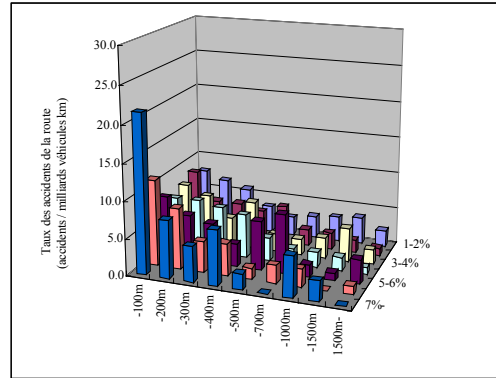
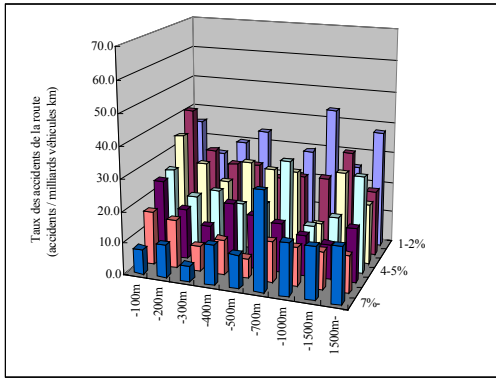
Fig. 3 Relation entre le taux des accidents de la route et la combinaison du rayon de courbure et du pourcentage de la déclivité

Pour acquérir une meilleure compréhension de la situation, nous avons analysé les virages à droite et à gauche ainsi que les montées et les descentes du point de vue des usagers qui sont les premiers concernés (Fig. 4). Ici, la direction du déplacement a été choisi en supposant que les conducteurs se déplaçaient sur la même voie que celle où est survenu l'accident dans le cas d'une collision par l'arrière, et sur la voie opposée de celle où est survenu l'accident dans le cas d'un accident provoqué par une collision de front, en utilisant les données concernant le site de l'accident au moment où est survenu celui-ci. Nous n'avons pas examiné dans cette étude les catégories ou types accidents autres que les collisions par l'arrière et les collisions de front en raison de la difficulté à déterminer dans quelle direction se déplaçait le premier intéressé.

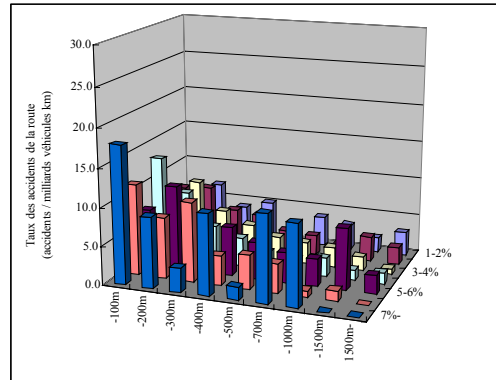
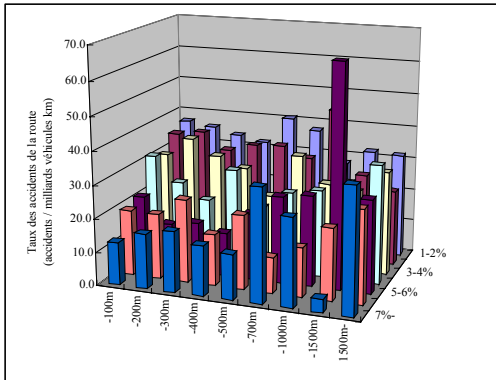
Les résultats de l'analyse ont indiqué que le taux des accidents tend à être plus élevé dans les descentes que dans les montées. On peut supposer que cela s'explique par la tendance à dépasser la limitation de vitesse dans les descentes. En ce qui concerne les collisions de front, le taux des accidents est plus élevé dans le cas des virages à gauche que dans le cas des virages à droite, ceci étant probablement dû à la tendance à se déporter dans la voie opposée dans les virages à gauche plutôt que dans les virages à droite à cause de la force centrifuge de la conduite à gauche au Japon.

D'autre part, en ce qui concerne la relation entre le taux des accidents de la route et la combinaison du rayon de courbure et du pourcentage de la déclivité, on a constaté que dans le cas des collisions de front, plus le rayon de courbure est petit ou plus le pourcentage de la déclivité est élevé, plus le taux des accidents est élevé, tant pour les virages à gauche que les virages à droite. En outre, les combinaisons de rayons de courbure faibles et de pourcentages de la déclivité élevés tendent à accroître le taux des accidents de la route. D'autre part, dans le cas des collisions par l'arrière, le taux des accidents est élevé tant dans le cas des rayons de courbure faibles ou importants, et plus le pourcentage de la déclivité est réduit, plus le taux des accidents est élevé comme dans le cas de tous les accidents. On considère que lorsque les conditions de conduite sont bonnes, les conducteurs sont plus détendus, ce qui entraîne une augmentation de la vitesse et une diminution de l'attention des conducteurs.

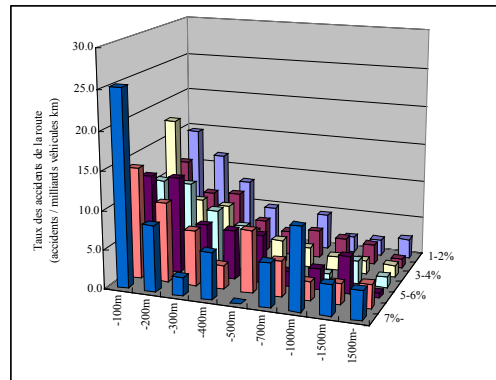
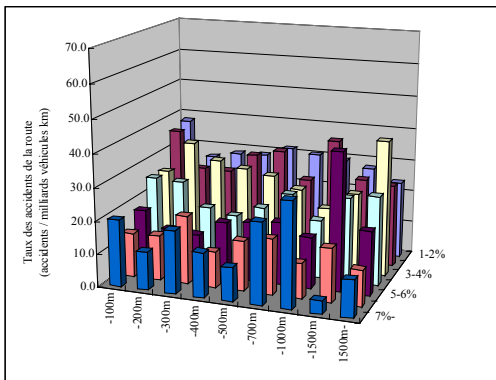
Virage à droite dans une côte



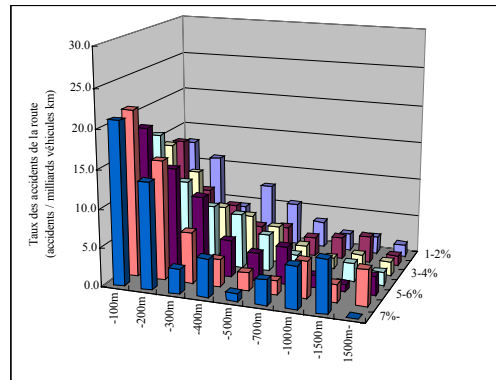
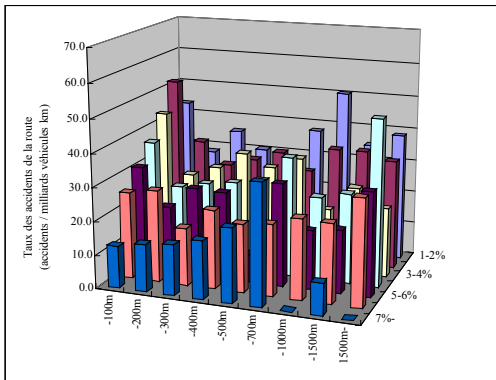
Virage à droite dans une descente



Virage à gauche dans une côte



Virage à gauche dans une descente



Collision

Collision de front

Fig. 4 Relation entre le taux des accidents de la route et la combinaison des rayons de courbure et des pourcentages de la déclivité (pour la combinaison des virages à gauche et à droite avec montées et descentes)

3.2 Relation entre le taux des accidents de la route et la combinaison d'alignements dans des sections successives

Nous avons analysé la relation entre le taux des accidents de la route et la combinaison des rayons de courbure des virages dans des sections successives (Fig. 5). Nous avons calculé ici les taux des accidents de la route pour chaque plage d'écart entre les rayons de deux courbes successives dans un virage en S. Les taux des accidents de la route sont calculés pour chaque plage pour le rayon le plus petit des deux virages. Veuillez noter que les taux des accidents de la route sont calculés pour les accidents qui sont survenus dans l'une des deux courbes des virages en S.

Les résultats de l'analyse ont montré que le taux d'accidents atteint un niveau extrêmement élevé si les différences entre la première moitié et la deuxième moitié du virage en S devient plus important dans la plage de moins de 100 m pour les rayons de courbure. En ce qui concerne les rayons de courbure, bien que cela ne soit pas si manifeste que pour les courbes d'un rayon inférieur à 100 m, plus la différence dans le rayon de courbure est importante, plus le taux des accidents de la route est élevé. Ceci est probablement dû au fait que les conducteurs trouvent difficiles de s'adapter à un changement important dans les rayons de courbure des virages en S.

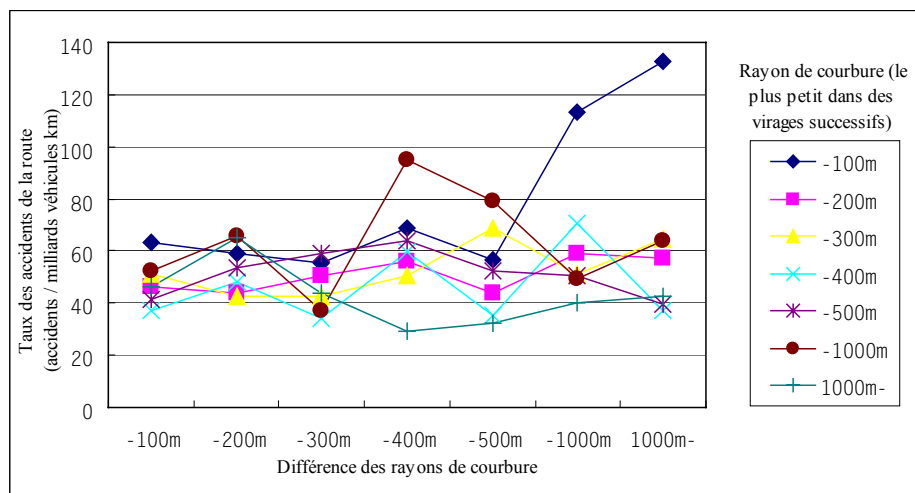


Fig. 5 Relation entre le taux des accidents de la route et la combinaison d'alignements dans des sections successives

Nous avons analysé ensuite la relation entre le taux des accidents et les combinaisons des pourcentages de déclivité dans les descentes et les montées (Fig. 6). Nous avons calculé alors les taux d'accidents de la route pour chaque plage de différence entre deux déclivités successives. Le taux d'accidents est également calculé pour chaque plage de pourcentage de déclivité pour la section des deux ayant le pourcentage de déclivité le plus bas. Une section avec un pourcentage de déclivité inférieur à 1% est considérée comme une section plane comme dans le cas 3.1 ci-dessus.

Les résultats ont montré que le taux des accidents tend à augmenter dans le cas d'une petite différence entre les pourcentages de déclivité si la déclivité avec le pourcentage le plus bas se situe entre 1 et 2%. S'il existe une petite différence de pourcentage entre des déclivités successives, la vitesse a tendance à être modifiée sans que le conducteur ne le remarque à cause de la difficulté à saisir un changement dans la déclivité. Les faits susmentionnés suggèrent qu'un conducteur ne reconnaîtra pas le taux de la déclivité, ceci conduisant à un taux d'accident plus élevé si la différence est petite entre les

pourcentages de déclivité de sections successives constituées d'une descente et d'une montée. En outre, plus la différence est petite entre les pourcentages de déclivité, plus est petite la valeur du pourcentage de la déclivité lui-même. Il est probable que plus est petite la différence entre les pourcentages de déclivité, plus élevé sera le taux des accidents, le taux des accidents étant plus élevé pour un pourcentage de déclivité plus bas, comme nous l'avons mentionné dans la section 3.1.

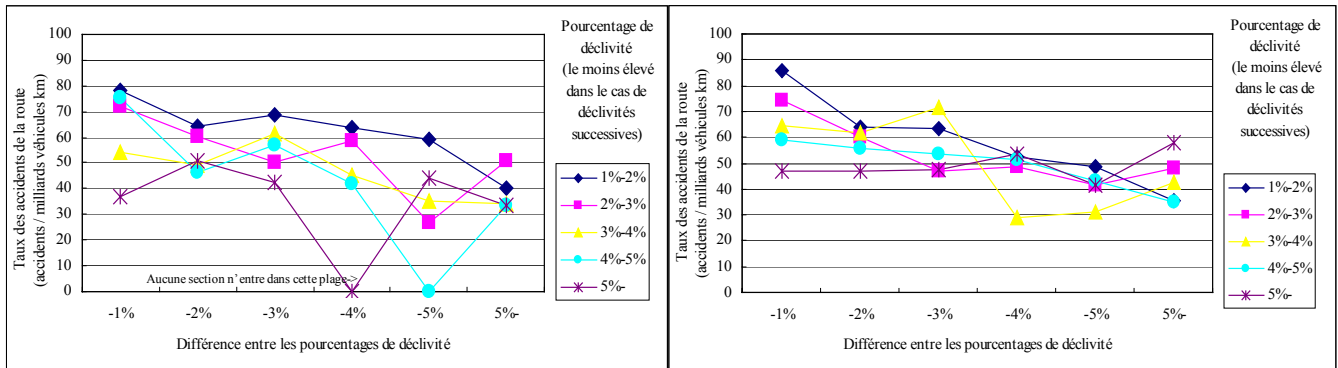


Fig. 6 Relation entre le taux des accidents de la route et la combinaison des pourcentages de déclivité dans des sections successives (gauche : descente, droite : montée)

Ici, tant les virages horizontaux et les déclivités sont analysés sans faire de distinction le sens de déplacement du premier intéressé. Toutefois, le taux des accidents augmente probablement lorsque l'on passe d'une section avec une courbe douce sur une section avec un virage serré à cause du changement important de la vitesse. Dans une étude ultérieure, nous étudierons les différences entre le sens de déplacement du véhicule et lorsque l'on passe d'une section avec une courbe douce sur une section avec un virage serré et la direction opposée, et entre la conduite passant d'un tronçon avec un pourcentage de déclivité peu élevé à un tronçon avec un pourcentage de déclivité plus élevé, et la direction opposée. Par contre, le risque d'accident peut devenir plus élevé dans le cas où l'on aborde un virage après avoir conduit sur une longue section droite car le conducteur est plus détendu et relâche son attention. Le risque augmente également si le rayon de courbure du virage ou le pourcentage de la déclivité change sur une section courte car le conducteur peut avoir une certaine difficulté pour s'adapter à des changements rapides. Aussi, allons-nous étudier la relation existant entre le taux des accidents de la route et la longueur des sections de route successives.

3.3 Divers équipements et leur relation avec les accidents de la route

Le taux des accidents de la route varie également en fonction de l'alignement de la route et des divers équipements existants. Nous avons analysé ici la relation entre la présence de délinéateurs et le taux des accidents de la route (Fig. 7). Comme l'on considère que les délinéateurs sont efficaces pour réduire le nombre des accidents dans les sections en courbe et les virages durant la nuit, nous avons calculé le taux d'accidents de la route survenant de nuit. Les résultats de notre étude ont démontré un taux plus réduit d'accidents sur les tronçons de route équipés de délinéateurs.

Du point de vue de la sécurité, il serait efficace d'installer des équipements supplémentaires tels que des délinéateurs sur les tronçons où il est difficile de modifier l'alignement de la route à cause des conditions topographiques, etc.

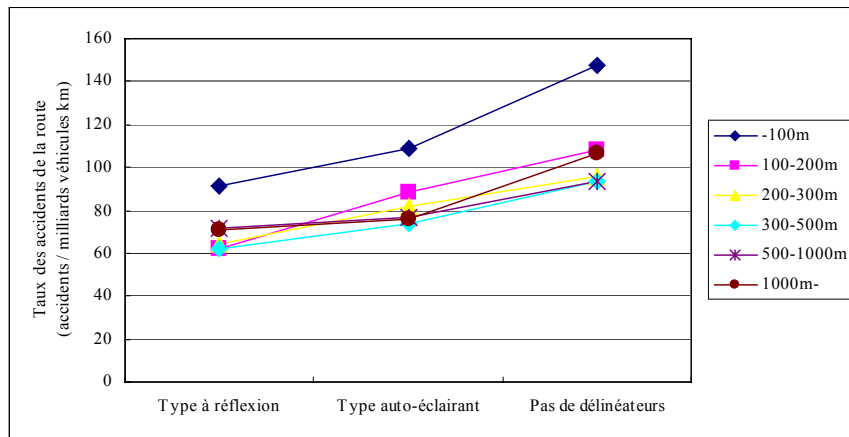


Fig. 7 Relation entre la présence de délinéateurs et le taux des accidents de la route (pour chaque plage de rayon dans le cas des accidents survenant la nuit)

4. Synthèse

Nous avons examiné dans cette étude les conditions de sécurité routière en mettant l'accent sur les combinaisons d'alignement vertical et horizontal ou les combinaisons pour des sections successives.

Nous avons d'abord analysé la relation entre le taux des accidents de la route et les rayons de courbure, et ensuite la relation entre le taux des accidents de la route et le pourcentage de la déclivité. Les résultats de l'analyse ont démontré que le taux des accidents de la route augmente avec un rayon de courbure plus petit; toutefois, le taux des accidents demeure élevé même dans le cas où le rayon de courbure est important. En outre, on a constaté que le taux d'accidents est plus élevé pour une déclivité faible et augmente dans les deux cas suivants : un faible rayon de courbure avec une faible déclivité, et un rayon de courbure élevé avec une faible déclivité. On estime que le taux d'accidents augmente malgré les alignements relativement faciles à cause du comportement des conducteurs qui sont plus détendus et qui par conséquent conduisent plus vite et avec moins d'attention. Pour cette raison, l'attention des conducteurs doit être alertée par des dispositifs de marquage même sur les tronçons apparemment peu dangereux comme on le fait sur les tronçons réputés difficiles ou dangereux.

Nous avons également analysé la relation entre le taux des accidents de la route et les virages à gauche et à droite, ainsi que le taux des accidents dans les montées et les descentes du point de vue des premiers intéressés, c'est-à-dire les conducteurs. Les résultats de notre analyse ont indiqué que le taux des accidents tend à être plus élevé dans une descente que dans une montée, ceci étant probablement dû au fait que les conducteurs ont tendance à dépasser la limite de vitesse dans les descentes. Des dispositifs de marquage et de signalisation doivent donc être installés pour ralentir la vitesse des véhicules dans les descentes. En ce qui concerne les collisions de front, le taux des accidents est plus élevé pour les virages à gauche que pour les virages à droite, ceci étant probablement dû à la tendance accrue de pénétrer dans la voie opposée dans les virages à gauche comparé aux virages à droite en raison de la force centrifuge. Par conséquent, il est essentiel d'inciter les conducteurs à ralentir et d'être plus vigilants quant au danger avant de négocier un virage à droite.

Nous avons analysé ensuite la relation entre le taux des accidents de la route et les différentes combinaisons de sections successives. Premièrement, nous la relation entre le taux des accidents de la route et les différences de rayon de courbure de deux virages comprenant un virage en S. Les résultats ont démontré que plus la différence entre le rayon des deux virages est importante, plus est élevé le taux des accidents de la route/

Ceci est probablement dû à la difficulté pour le conducteur de négocier la différence de rayons. Pour améliorer les conditions de sécurité, il est donc souhaitable de réduire la différence des rayons de courbure de deux virages lorsque l'on procède à la conception d'un tronçon comportant des virages.

Nous avons également analysé la relation entre le taux des accidents de la route et les différences de déclivité de deux sections non planes comportant des montées et des descentes. Les résultats ont démontré que le taux des accidents de la route a tendance à augmenter dans le cas d'un changement impliquant le passage d'une pente douce à une autre pente douce de faible déclivité tant dans le cas des côtes que des descentes. Ceci est probablement provoqué par l'augmentation du taux des accidents de la route dans les pentes de faible déclivité comme mentionné plus haut, ainsi que par la difficulté des conducteurs à reconnaître un changement de déclivité. Par conséquent, la différence de déclivité sur les tronçons non planes comportant des montées et des descentes ne doit pas être trop importante, ou des mesures doivent être prises pour permettre aux conducteurs de prendre conscience d'une différence de la déclivité.

Nous avons également pu mettre en évidence que le taux des accidents de nuit est inférieur dans les virages équipés de délinéateurs comparé aux virages qui n'en sont pas équipés, Par conséquent, la conduite de nuit pourrait être rendue plus sûre en installant des délinéateurs, par exemple, ou en informant les conducteurs quant au rayon de courbure du virage ou du sens du virage – à gauche ou à droite – sur les tronçons où il est difficile de modifier le rayon de courbure à cause des conditions topographiques du site ou des équipements installés le long de la route.

Nous examinerons dans une prochaine étude la relation entre le taux des accidents de la route et la vitesse du véhicule ou les infractions au Code de la route lorsqu'un accident est survenu en prenant en considération le comportement des véhicules et l'attitude des conducteurs, en plus des combinaisons de déclivité et des combinaisons d'alignements verticaux et horizontaux sur des sections successives. En ce qui concerne les combinaisons de sections successives, nous étudierons des cas de conduite impliquant le passage d'un virage d'abord facile à virage difficile et vice versa, et le passage d'un tronçon de faible déclivité à un tronçon de forte déclivité et vice versa, et nous examinerons également la relation entre le taux des accidents de la route et la longueur des sections de route successives.

REFERENCES

Shinar, D. (1978) Psychology on the Road - The Human Factor in Traffic Safety.

SETRA (1994) AMÉNAGEMENT DES ROUTES PRINCIPALES.

Association des routes du Japon (1983), Description et application de l'Ordonnance concernant les structures routières.