



Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Sécurité routière: importance du paysage dans la lisibilité de la route

**Strassensicherheit: Bedeutung der Landschaft-
gestaltung für die Lesbarkeit der Strasse**

**Road safety: The importance of landscape for road
readability**

biol conseils s.a.
Rue de la Serre 5, Neuchâtel
biolconseils@biolconseils.ch

Bertrand de Montmollin
David Lehmann

SD Ingénierie Neuchâtel SA,
Rue Pré-Landry 20, 2017 Boudry
sdin@sdingenierie.com

Michel Tripet

**Mandat de recherche VSS 2003/602 sur demande de l'Office
Fédéral des Routes (OFROU)**

Décembre 2007

1207

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassenbeauftragten Autor(en).
Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que l' (les) auteur(s) mandaté(s) par l'Office fédéral des routes.
Diffusion: Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

Il contenuto di questo rapporto impegna solamente l' (gli) autore(i) designato(i) dall' Ufficio federale delle strade.
Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) appointed by the Swiss federal roads authority.
Supply: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)



Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Sécurité routière: importance du paysage dans la lisibilité de la route

**Strassensicherheit: Bedeutung der Landschaft-
gestaltung für die Lesbarkeit der Strasse**

**Road safety: The importance of landscape for road
readability**

biol conseils s.a.
Rue de la Serre 5, Neuchâtel
biolconseils@biolconseils.ch

Bertrand de Montmollin
David Lehmann

SD Ingénierie Neuchâtel SA,
Rue Pré-Landry 20, 2017 Boudry
sdin@sdingenierie.com

Michel Tripet

**Mandat de recherche VSS 2003/602 sur demande de l'Office
Fédéral des Routes (OFROU)**

Décembre 2007

1207

Office fédéral des routes
Projet de recherche VSS2003/602
Sécurité routière : importance du paysage dans
la lisibilité de la route

TABLE DES MATIERES

RESUME	1
ZUSAMMENFASSUNG	2
SUMMARY	3
1. INTRODUCTION	5
1.1 Contexte	5
1.2 Présentation de la problématique	5
1.3 Cadre de la recherche	6
1.4 Objectifs de la recherche	6
1.5 Public-cible	6
2. METHODOLOGIE	7
2.1 Organisation	7
2.2 Recherche bibliographique	7
2.3 Participation à des colloques européens	7
2.4 Organismes et personnes contactées	8
2.5 Organisation d'un atelier de travail	8
2.6 Statistiques d'accidents	9
2.7 Relevés de terrain	9
2.8 Exploitation des résultats	10
3. NOTIONS GENERALES RELATIVES A LA SECURITE ROUTIERE ET AU PAYSAGE	12
3.1 Activité de conduite automobile	12

3.2	Le paysage	13
3.3	Sécurité de l'infrastructure	14
3.4	Lisibilité et visibilité	15
3.5	Obstacles latéraux	16
3.6	Accidentologie	18
3.7	Effets de l'aménagement routier sur le comportement des usagers	19
3.8	Prévention des accidents de la route	22
4.	DONNEES ACCIDENTOLOGIQUES	26
4.1	Statistiques en Suisse	26
4.2	Données des cantons	27
4.3	Analyse accidentologique	28
5.	PRESENTATION DE CAS	29
5.1	Méthodologie	29
5.2	Exemples de défauts liés au paysage	29
5.3	Exemples de lisibilité améliorée par le paysage	32
6.	SYNTHESE	34
7.	PERSPECTIVES POUR L'INTEGRATION DU PAYSAGE DANS LA GESTION DE LA SECURITE ROUTIERE	35
7.1	Introduction	35
7.2	Pertinence de l'utilisation des aménagements paysagers pour améliorer la sécurité routière	35
7.3	Assainissement des points noirs	37
7.4	Audits de sécurité routière	52
8.	CONCLUSION	57
9.	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	61

ANNEXE : RESUME EN ALLEMAND (version longue)

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : décomposition de la tâche de conduite (adapté d'après [16])	12
Figure 2 : arbres d'alignement plantés à proximité de la route	16
Figure 3 : principes d'aménagement d'un "Traitement des obstacles latéraux"	17
Figure 4 : représentation du système homme-véhicule-environnement	18
Figure 5 : exemple de plantation dans un carrefour	20
Figure 6 : utilisation d'un modelé de terrain pour diversifier le paysage routier (présentation de M. Lassus)	22
Figure 7 : analyse des accidents en Suisse [57]	23
Figure 8 : déroulement de la démarche SURE	24
Figure 9 : causes des accidents de la circulation hors localités, avec lésions corporelles en Suisse, pour l'année 2005 (100% = nombre total de causes mentionnées)	27
Figure 10 : courbes présentant des défauts de lisibilité	30
Figure 11 : intersection présentant un défaut de lisibilité	31
Figure 12 : éblouissement par les phares d'autres véhicules	31
Figure 13 : illustration du rôle positif du paysage sur la lisibilité de la route	32
Figure 14 : représentation du potentiel de réduction du risque d'accident par les aménagements paysagers	36
Figure 15 : rôle du paysage lors de l'analyse des accidents (modifié d'après [57])	39
Figure 16 : élaboration d'un projet de mesure d'aménagement	44
Figure 17 : principe d'un audit de sécurité routière	53

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : participants au projet de recherche	7
Tableau 2 : caractéristiques des relevés de terrain	29
Tableau 3 : rôle du paysage dans la recherche des défauts de sécurité d'une route	40
Tableau 4 : exemples d'objectifs d'assainissement et catégories de mesures	42
Tableau 5 : exemple de mesures d'aménagement en courbes	48
Tableau 6 : exemple de mesures d'aménagement d'un carrefour	49
Tableau 7 : exemple de mesures d'aménagement lors d'un rupture de pente	50
Tableau 8 : effets annexes des aménagements paysagers	51
Tableau 9 : liste de contrôle "paysage" lors d'un audit de sécurité routière ou d'une analyse accidentologique en milieu interurbain – tronçon rectiligne	54
Tableau 10 : liste de contrôle "paysage" lors d'un audit de sécurité routière ou d'une analyse accidentologique en milieu interurbain – courbes et intersections	55
Tableau 11 : liste de contrôle "paysage" lors d'un audit de sécurité routière ou d'une analyse accidentologique en milieu interurbain – conditions environnementales	56

LISTE DES ABREVIATIONS

AIPCR	Association mondiale de la route
ASTAG	Association suisse des transports routiers
BPA	Bureau suisse de prévention des accidents
EPFL	Ecole polytechnique fédérale de Lausanne
ETHZ	Ecole polytechnique fédérale de Zürich
LCPC	Laboratoire central des ponts et chaussées (France)
MASTER	Managing speeds of trafic on european roads (programme de recherche)
OFROU	Office fédéral des route (Suisse)
OFS	Office fédéral de la statistique
SETRA	Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (France)
SURE	Sécurité des usagers sur les routes existantes (programme d'assainissement, France)
TCS	Touring club suisse
VSS	Association suisse des professionnels de la route et des transports

RÉSUMÉ

Cette étude a confirmé que l'aménagement du paysage possède un potentiel pour améliorer la sécurité des infrastructures routières. La compréhension correcte d'une situation de conduite est en effet un élément déterminant que les aménagements paysagers peuvent contribuer à améliorer.

Les études de cas menées dans plusieurs cantons ont fourni des arguments plaidant également dans le sens de l'hypothèse de travail, sans toutefois parvenir à établir de lien univoque entre les aménagements paysagers et le déroulement d'accidents. Chaque cas est unique et demande une compréhension de la dynamique du déroulement de l'accident et des interférences entre différents paramètres.

Il n'a pas été possible de quantifier les effets des aménagements paysagers sur le comportement des usagers ou sur l'accidentologie d'un tronçon routier. Les recherches menées dans d'autres pays européens se heurtent à des difficultés similaires. Les résultats obtenus pourraient être utilisés dans le cadre de la mise en œuvre de la norme SN 640 010 "Base pour l'analyse des accidents" et du projet de norme SN 640 012 "Audit de sécurité routière (ASR)".

Il semble important d'introduire ou de développer la notion de lisibilité de la route en Suisse, ceci d'autant plus que l'expérience dans ce domaine fait encore défaut. Le suivi de la réalisation de projets concrets permettrait de documenter le thème et de cibler les actions les plus efficaces. Les projets de recherche et les réalisations effectués à l'étranger devront dans ce but être suivis avec attention, par exemple par la poursuite des échanges avec les pays voisins.

Les points suivants restent insuffisamment documentés et nécessitent des recherches supplémentaires :

- Quantification de l'efficacité des mesures d'aménagement paysager sur la sécurité routière
- Quantification du rôle de la configuration du tracé dans la lisibilité de l'infrastructure
- Poursuite de la procédure d'audit de sécurité pour les projets routiers ainsi que pour le réseau existant
- Application de la notion de lisibilité en milieu urbain

L'intégration de spécialistes ou d'experts (paysagistes, psychologues, accidentologues) dans les équipes de recherche, de projeteurs ou d'auditeurs paraît indispensable pour obtenir des résultats concrets ainsi que les retours d'expérience nécessaires à la progression des connaissances sur ce thème.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Studie bestätigt, dass der Landschaftsgestaltung ein hohes Potenzial zur Verbesserung der Sicherheit der Strasseninfrastrukturen zukommt. Das korrekte Verständnis einer Fahrsituation ist demnach ein entscheidendes Element, das durch die Gestaltung der Landschaft verbessert werden kann.

Auch die in mehreren Kantonen durchgeführten Fallstudien liefern Argumente zu Gunsten dieser Arbeitshypothese. Sie können jedoch keine eindeutige Verbindung zwischen Landschaftsgestaltung und Unfallverlauf herstellen. Jeder Fall ist einzigartig und verlangt nach einer Analyse des Unfallhergangs und des Zusammenwirkens der verschiedenen Faktoren.

Nicht möglich war es jedoch, die Auswirkungen der Landschaftsgestaltung auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmenden oder auf die Unfallrate eines Strassenabschnitts zu quantifizieren. Recherchen in anderen europäischen Ländern kommen zum gleichen Schluss. Die Ergebnisse dieser Studie können im Rahmen der Umsetzung der Normen SN 640 010 "Strassenverkehrsunfälle - Unfallanalysen sowie Kurz-, Gefahren- und Risikoanalysen" und des Projektes zur Norm SN 640012 "Audit für die Strassenverkehrssicherheit" verwendet werden.

Vieles spricht dafür, den Begriff der Lesbarkeit der Strasse in der Schweiz einzuführen oder weiter zu entwickeln. Dies umso mehr, als es auf dem Gebiet noch keine Erfahrungen gibt. Eine Begleitung bei der Umsetzung konkreter Projekte würde die Möglichkeit bieten, das Thema zu dokumentieren und Massnahmen wirksam und zielgerichtet durchzuführen. Zu diesem Zweck sind auch die Forschungsprojekte und Umsetzungen im Ausland aufmerksam zu verfolgen, beispielsweise durch einen regelmässigen Know-how Austausch.

Die folgenden Punkte sind noch kaum oder nur ungenügend dokumentiert und benötigen zusätzliche Abklärungen:

- Quantifizierung der Wirksamkeit der Massnahmen zur Landschaftsgestaltung für die Strassensicherheit
- Quantifizierung der Rolle der Trasseeführung für die Lesbarkeit der Infrastruktur
- Ausarbeitung eines Verfahrens für den Sicherheitsaudit (für Strassenbauprojekte und für das bereits bestehende Strassennetz)
- Anwendung des Begriffs der Lesbarkeit im städtischen Bereich

Die Integration von Spezialisten und Experten (Landschaftsarchitekten, Psychologen, Unfallforschende) in die Teams von Forschung, Planern oder Prüfer scheint unabdingbar, um konkrete Ergebnisse und den Rückfluss von Erfahrungen, die für die Entwicklung der Kenntnisse auf diesem Thema benötigt werden zu sichern.

SUMMARY

This study confirmed that landscape design has a great potential to increase road safety. The correct understanding of a driving context is a decisive factor that landscape design can contribute to improve.

The case studies carried out in several cantons have provided strong arguments in the sense of working hypothesis but could not reach unambiguous link between landscape design and the occurrence of accidents. Each case is unique and requires a specific understanding of accident dynamics and the interferences between different parameters.

It was not possible to quantify the effects of landscape design on user behavior or accident rate on a specific road section. The researches carried out in other European countries faced similar difficulties. The results obtained could be used within the implementation framework of SN 640010 standard "base for the analysis of accidents" and the draft standard SN 640012 "Road Safety Audit (RSA)."

It seems important to further introduce or develop the concept of road readability in Switzerland, especially since experience in this field is still lacking. The implementation monitoring of successful projects would document the issue and point out the most effective actions. The research projects and achievements made abroad for this purpose shall be monitored carefully, for example, by further exchanges with neighboring countries.

The following items are still insufficiently documented and require additional investigation:

- Quantification of landscape design impact on road safety
- Quantification of road layout impact on the readability of infrastructure
- Security audit processing for the design of road projects as well as for the existing network
- Readability concept implementation in urban environment

The integration of specialists or experts (landscape architects, psychologists, accident specialists) into the investigation, design or auditor teams seem to be necessary to achieve valuable results as well as to gather feedback in order to improve the level of knowledge on this issue.

1. INTRODUCTION

1.1 Contexte

Ces dernières années, la Suisse a démontré une forte volonté politique visant la réduction du nombre de morts et de blessés graves sur les routes. Celle-ci s'est concrétisée par la publication en 2002 du rapport intitulé "*Elaboration des fondements d'une politique nationale de sécurité routière (VESIPO)*" dont l'élément central est la "Vision Zéro", c'est-à-dire l'objectif de diminuer drastiquement le nombre de morts et de blessés graves sur les routes. La mise en œuvre de ce programme de sécurité routière porte depuis 2004 le nom de "Via sicura" [53]. Il s'agit d'un catalogue de mesures dont la mise en œuvre vise à assurer que les automobilistes soient bien formés et au mieux de leurs capacités, qu'ils se déplacent dans des voitures sûres et sur de bonnes routes. Dans cette optique, des efforts peuvent être entrepris à divers niveaux :

- sensibilisation de la société
- changement de comportement des usagers de la route
- sécurité des véhicules et qualité de l'infrastructure routière

L'environnement routier est l'un des multiples facteurs qui peuvent avoir une influence sur le déroulement d'un accident de la route. Cet aspect étant peu documenté en Suisse, un projet de recherche a été mis sur pied par l'Office fédéral des routes (OFROU). Il vise à examiner le rôle joué par le paysage en matière de sécurité routière, notamment en ce qui concerne la lisibilité des infrastructures. Un mandat de recherche a été attribué par l'OFROU en juin 2004 et fait l'objet du présent rapport de synthèse.

1.2 Présentation de la problématique

L'activité de conduite automobile demande l'acquisition et l'intégration d'informations offertes par l'environnement routier au sens large. Ceci permet au conducteur d'adapter la trajectoire et la vitesse du véhicule aux contraintes spatiales telles que le tracé ou le trafic, notamment à l'occasion du franchissement d'ouvrages d'art, de courbes, de croisements ou d'intersections.

Le conducteur dispose d'un certain nombre d'indices pour apprécier sa situation :

- des indices formels fournis par la signalisation (panneaux, balisage, ...)
- des indices informels prélevés sur les abords de la route et le paysage alentour

L'analyse accidentologique de certains tronçons routiers en Europe montre que bon nombre d'accidents s'expliquent par une détection tardive et une mauvaise compréhension de la situation de conduite rencontrée par l'usager.

Le comportement du conducteur intervient en effet dans le déroulement de la majorité des accidents de la route (plus de 90%). La notion de lisibilité d'une route revêt donc une

grande importance. Elle nécessite l'appréhension de la sécurité et du paysage, depuis les accotements jusqu'aux arrière-plans.

1.3 Cadre de la recherche

Dans cette étude, le rôle du paysage pour la sécurité a été analysé pour le milieu interurbain, assimilable au paysage "naturel", ou du moins non urbanisé. Par conséquent, les zones bâties, les traversées de localités et les zones de transition (entrées/sorties de localités) ne sont pas abordées ici.

On constatera néanmoins que les principes généraux exposés dans cette étude sont souvent également valables pour les zones urbanisées et que la réflexion peut être généralisée à l'ensemble du réseau routier (notion de "paysage urbain").

1.4 Objectifs de la recherche

Les buts de la recherche sont décrits en détail dans le descriptif du projet de recherche (cahier des charges du 19 décembre 2003). Il sont résumés comme suit :

- faire le point sur l'état des connaissances dans le domaine "paysage-sécurité routière", en Suisse et en Europe
- étudier la problématique sur la base de données accidentologiques et d'exemples
- conclure sur le rôle du paysage dans la sécurité routière
- établir des recommandations visant à intégrer ce domaine dans la planification et la gestion routière

1.5 Public-cible

Les personnes concernées par les résultats de cette recherche sont :

- les ingénieurs projeteurs qui planifient des routes ou des assainissements routiers
- les maîtres d'ouvrage soucieux de réaliser un projet dans les règles de l'art ou qui ont pour charge d'assainir les points noirs du réseau routier à leur charge
- les responsables d'audits de sécurité routière et d'analyse accidentologique
- les architectes-paysagistes chargés de réaliser les aménagements situés aux abords des routes
- les services d'entretien qui gèrent et entretiennent les plantations
- tout autre organisme concerné par la sécurité routière en général (OFROU, VSS, BPA, TCS, etc.)

2. MÉTHODOLOGIE

2.1 Organisation

Les intervenants du projet de recherche sont présentés dans le tableau 1 :

Tableau 1 : participants au projet de recherche

Nom	Responsables	Rôle
biol conseils s.a., Neuchâtel Ingénieurs en environnement	B. de Montmollin, directeur D. Lehmann, chef de projet	Co-auteur de l'étude, bureau pilote
SD ingénierie Neuchâtel Ingénieurs en génie civil	M. Tripet, directeur S. Schneider chef de projet	Co-auteur de l'étude
VSS EK 6.04	M. Trocmé, présidente	Commission d'accompagnement
VSS FK 6	R. Hofer, président	Commission technique, validation du rapport

La commission EK 6.04 "Environnement, faune" de l'Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS) a pour rôle d'accompagner le projet de recherche.

Une version provisoire du rapport a été présentée et discutée avec la commission VSS F6 "Environnement et entretien" le 9 novembre 2006 ainsi qu'avec des représentants de la commission EK 3.04 "Sécurité du trafic" le 8 mai 2007.

2.2 Recherche bibliographique

Une recherche bibliographique a été effectuée dans le but d'établir l'état des connaissances dans les domaines de la sécurité routière en lien avec le paysage. La recherche a été effectuée en Suisse et à l'étranger, dans plusieurs langues (français, anglais, allemand), principalement à l'aide de moteurs de recherche disponibles sur Internet.

Les normes existantes en Suisse ont été analysées (accidentologie, plantations, entretien, [55] à [65]). Les législations fédérales et cantonales ont également été consultées.

2.3 Participation à des colloques européens

La participation à deux colloques a permis de documenter l'état des connaissances en matière de sécurité des infrastructures routières dans d'autres pays européens :

- Colloque du 9 mars 2006 à Paris : "la route autrement : concevoir des routes incitant à une conduite apaisée", organisé par la Direction générale des routes (France)
- Colloque des 14 et 15 septembre 2006 à Innsbruck (D-A-CH) : rencontre entre la l'Autriche, l'Allemagne et la Suisse visant à échanger les connaissances en matière de sécurité routière

2.4 Organismes et personnes contactées

Afin de cerner au mieux la problématique et de connaître l'état des connaissances en Suisse, de nombreux contacts ont été pris avec des services, des associations ou des bureaux privés susceptibles d'avoir abordé le thème "sécurité-paysage" :

- l'Office fédéral des routes (OFROU)
- les services des routes des cantons de Berne, du Jura, de Neuchâtel, de Vaud et du Valais
- les polices cantonales des cantons de Berne, du Jura, de Fribourg, de Vaud et du Valais
- le Bureau suisse de prévention des accidents (BPA)
- le Touring Club Suisse (TCS)
- l'Association suisse des transports routiers (ASTAG)
- l'Association suisse des professionnels de la route (VSS)
- les Écoles polytechniques fédérales : le laboratoire des voies de circulation (LAVOC-EPFL) et l'Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT-ETHZ)
- des bureaux d'ingénieurs
- des bureaux en écologie appliquée

Les contacts ont pour la plupart été établis par téléphone et par courrier électronique. Des courriers ont également été envoyés et plusieurs personnes ont été rencontrées.

Les entretiens consistaient en premier lieu à expliquer la thématique. Un document d'appui a par ailleurs été envoyé afin de décrire visuellement la problématique ainsi que de présenter des exemples de solutions envisageables pour améliorer la sécurité par des aménagements paysagers (photos, croquis). Il a ensuite été demandé aux différents interlocuteurs si ils avaient connaissance de cas d'interactions possibles entre le paysage et la sécurité et si ils avaient eux-mêmes adopté des mesures paysagères afin d'améliorer la sécurité routière.

2.5 Organisation d'un atelier de travail

Un atelier de travail a été organisé le 5 septembre 2006 dans le but d'évaluer de manière critique le travail de recherche et d'y apporter des compléments. Les personnes suivantes ont été réunies :

- M. Buser, Office fédéral des routes, spécialiste des analyses d'accidents
- M. Scaramuzza : Bureau suisse de prévention des accidents et délégué sécurité de la commission 2 de la VSS
- Mme Trocmé et M. Tripet : commission VSS EK 6.04 "Environnement, faune"
- MM. de Montmollin et Lehmann : biol conseils sa

Chacun a été invité à commenter le thème et les résultats de la recherche, sur la base du rapport provisoire, à apporter tout complément utile ainsi qu'à donner son propre éclairage sur les possibilités de mise en œuvre en Suisse.

Empêchée pour une raison de calendrier de participer à cet atelier de travail, une délégation du SETRA (Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes françaises), travaillant sur le même thème, a été rencontrée à Paris le 1^{er} décembre 2006. Ses remarques et suggestions ont été intégrées dans le présent rapport.

Le rapport provisoire et en particulier les "listes de contrôle paysage" du chapitre 7.4 a été discuté le 8 mai 2007 avec des représentants de la commission VSS EK 3.04 "Sécurité du trafic" dans le but d'évaluer les possibilités d'intégration de ces listes dans les processus d'audits de sécurité routière qui font l'objet du projet de norme VSS 640 012 [26].

2.6 Statistiques d'accidents

L'office fédéral de la statistique (OFS) publie annuellement un rapport de synthèse sur les accidents de la circulation. Ce document présente la compilation et l'interprétation des statistiques collectées et transmises par les cantons et donne un aperçu général de la situation en Suisse.

La collecte des statistiques accidentologiques existantes a été réalisée en collaboration avec les Services de police de plusieurs cantons de Suisse romande. Des entretiens ont également été effectués à cette occasion avec des responsables du département "accidents" des polices cantonales.

Sur la base du matériel récolté, une analyse de l'information a été effectuée dans le but d'identifier les cas d'accidents qui auraient pu être liés à un défaut du paysage routier.

2.7 Relevés de terrain

Le but de l'analyse de la situation sur le terrain était de rechercher une composante "paysage-environnement" significative dans l'évaluation du danger (défaut de visibilité, de lisibilité ou autre).

Les relevés ont été effectués dans les cantons de Vaud, de Neuchâtel et du Jura. Le choix s'est porté sur ces cantons notamment en raison du fait qu'ils couvrent différentes configurations géographiques et paysagères et illustrent bien la diversité des routes suisses :

- régions de plaine, de collines, de montagne
- milieux ouverts, agricoles ou boisés
- autoroutes, routes principales, routes secondaires, réseau local

La prise en compte d'autres cantons aurait permis d'avoir une meilleure représentativité, mais elle s'est heurtée à la difficulté d'obtenir les données utiles dans les délais nécessaires à la réalisation de la présente étude. En effet, au vu de la charge de travail importante que cela impliquait pour les services cantonaux des routes, il a été impossible des les obtenir pour un certain nombre d'autres cantons contactés à cet effet.

Les cartes de répartition des "points noirs" ou des accidents sur le réseau routier ont servi de base pour les relevés de terrain.

Afin de limiter la taille de l'échantillon, un premier tri a été effectué en ne gardant que ceux dont le taux d'accident¹ (Ur) était relativement élevé. Par exemple, dans le canton de Vaud, seuls les points dont le taux Ur dépassait de plus de 3 unités le taux Ur critique ont été retenus. Lorsque les points noirs n'étaient pas déterminés (par ex. Jura), la sélection a été effectuée à partir du nombre d'accidents (minimum 3 accidents en 5 ans au même endroit).

Les points retenus ont été reportés sur une carte nationale au 1:50'000. Cet exercice a permis un deuxième tri, plus intuitif, visant à éliminer tous les points où les accidents n'étaient vraisemblablement pas liés à une problématique paysagère. Il s'agissait notamment de ceux situés à l'intérieur des agglomérations ainsi qu'en zone forestière.

Au final, une vision locale a été effectuée pour évaluer si l'existence d'un point noir pouvait avoir une relation avec la lisibilité de la route et si un assainissement pouvait être envisagé à l'aide de mesures paysagères. Une documentation photographique a été réalisée dans les cas les plus pertinents.

Lors des déplacements effectués entre les différents points à visiter, les éventuels autres points singuliers du réseau routier ayant un intérêt pour l'analyse ont également été décrits (aménagement paysagers particuliers, facteurs de risque "évidents", rôle positif d'aménagements paysagers, ...).

2.8 Exploitation des résultats

Les documents et les informations récoltées au cours de la recherche ont fait l'objet d'une synthèse et sont présentés aux chapitres 3, 4 et 5, notamment :

- Une synthèse des données bibliographiques, des statistiques principales, des observations et de l'expérience des différents acteurs de la recherche
- Les cas les plus significatifs relevés sur le terrain

¹ selon la norme SN 640 006 [55] : le taux d'accidents Ur est le rapport du nombre d'accidents durant une période déterminée (en règle générale une année) par le nombre de km parcourus sur le tronçon considéré durant la même période.

- Les enseignements et les conclusions générales qui peuvent être tirés de la recherche

Le chapitre 7 présente les perspectives de l'utilisation du paysage en matière de sécurité routière en Suisse (= proposition du centre de recherche) :

- Une réflexion sur le rôle du paysage pour la gestion des infrastructures routières, dans le but d'en améliorer la sécurité, en particulier leur lisibilité, et de répondre aux objectifs de la politique fédérale en la matière
- Les perspectives à envisager pour la poursuite de la réflexion et la mise en œuvre des points évoqués dans le rapport

3. NOTIONS GÉNÉRALES RELATIVES À LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE ET AU PAYSAGE

3.1 Activité de conduite automobile

La conduite d'un véhicule peut être décomposée en trois niveaux d'exécution :

- **la navigation** (macro-performance) consiste à déterminer à grande échelle la façon dont le conducteur a l'intention d'atteindre sa destination, compte tenu de son point de départ. Cette tâche revient donc à faire le choix entre différents itinéraires et de prendre en compte les informations qui pourraient y être liées.
- **la guidance** (ou le guidage) consiste à positionner le véhicule par rapport à la voie et le trafic environnant et à en déduire les trajectoires admissibles afin de circuler dans de bonnes conditions de sécurité.
- **le contrôle** du véhicule (micro-performance), c'est à dire l'interaction directe entre le conducteur et la machine afin que celle-ci suive la trajectoire décidée par le conducteur.

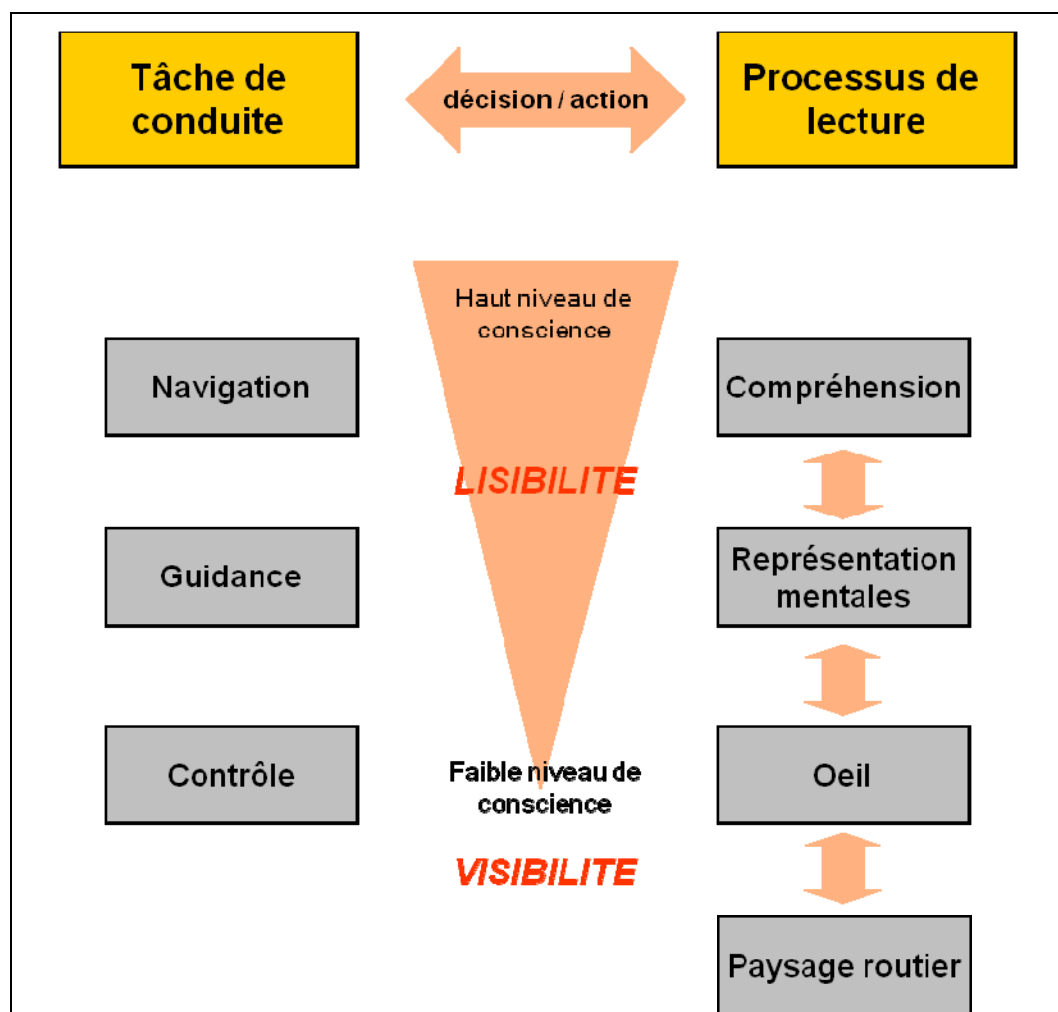


Figure 1 : décomposition de la tâche de conduite (adapté d'après [16])

Le conducteur interprète des informations prélevées dans le paysage routier pour réaliser les activités de navigation et de guidance (l'environnement intervient en revanche peu sur les activités de contrôle). Les aménagements paysagers donnent les éléments de base pour renseigner l'usager sur des points aussi divers que la topographie, les caractéristiques du tracé (courbes, intersections), la vitesse de déplacement ou la catégorie de route.

3.2 Le paysage

Selon la Convention européenne du paysage [54], adoptée par le Conseil de l'Europe en 2000, *"le paysage désigne une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations"*.

Selon une étude de cas menée en France [16], quatre échelles de lecture du paysage sont nécessaires pour tenir compte des différents niveaux d'exécution de la conduite :

- Échelle kilométrique : image générale de la route et de son environnement, notion de rythme, de séquences. Clé d'identification : relief, changement marqué d'occupation du sol, ...
- Échelle monumentale : points de repères, éléments remarquables
- Unité de perception visuelle du conducteur (UPVC) : champ de vision du conducteur à un moment donné (route, accotements, ligne d'horizon)
- Unité de perception de l'infrastructure (UPI) : route, signalisation, plantations

Ainsi, les premiers plans visuels donnent au conducteur des éléments qui permettent d'adapter son comportement de conduite :

- Une référence d'échelle (distances, topographie, ...)
- Une référence de vitesse (défilement latéral)
- Des indications sur le paysage traversé (histoire, activités, climat, ...)
- Des repères visuels (orientation, ouverture et fermeture des vues)

La prise en compte des aspects paysagers dans les réflexions de sécurité routière prend particulièrement son sens en milieu rural : les contraintes pour la réalisation d'aménagements le long des routes sont en général plus faibles qu'en milieu construit et des synergies peuvent être recherchées avec d'autres domaines.

En effet, les aménagements paysagers réalisés aux abords d'infrastructures routières remplissent également d'autres fonctions que celles d'une meilleure perception du tracé :

- les haies et plantations, en particulier si elles sont réalisées avec des espèces indigènes adaptées à la station, servent d'habitat pour la flore et pour la faune. Elles permettent également de constituer des couloirs écologiques menant à des passages à faune, notamment si elles sont accompagnées des clôtures adéquates.

- les plantations jouent un rôle important dans la structuration du paysage, permettant souvent une meilleure intégration des infrastructures routières.
- les bandes herbeuses laissées entre les plantations et le bord de la chaussée (distance de sécurité) peuvent être entretenues de manière extensive et héberger une flore et une faune typique des prairies maigres, écosystèmes en raréfaction dans les zones rurales.
- l'aménagement de lisières irrégulières pour rompre la monotonie du tracé permet souvent d'améliorer leur valeur écologique.
- l'utilisation d'essence d'arbres ou d'arbustes (forestiers ou fruitiers) peu fréquents contribue à leur sauvegarde.

3.3 Sécurité de l'infrastructure

La sécurité routière est définie par les trois niveaux suivants [1] :

- **Sécurité primaire** : réduction du risque par des actions visant à éviter que l'accident ne se produise. Elles concernent aussi bien l'utilisateur (éducation, sensibilisation, ...), que le véhicule (freins, tenue de route, ...) et l'environnement (qualité de l'infrastructure).
- **Sécurité secondaire** : réduction du risque produite par la protection de l'utilisateur qui n'a pu éviter l'accident. Une structure du véhicule déformable en cas de choc, une ceinture de sécurité, un sac gonflable ou le port d'un casque améliorent la sécurité secondaire.
- **Sécurité tertiaire** : réduction du risque produite par une meilleure prise en charge de l'utilisateur accidenté. Le développement des secours, l'amélioration de leur qualité améliorent la sécurité tertiaire.

C'est au niveau de la sécurité primaire que les gains les plus importants peuvent être obtenus.

Le niveau de sécurité d'une infrastructure routière peut être défini à l'aide des critères suivants :

- Visibilité (physiologie)
- Lisibilité (psychologie)
- Adéquation de l'infrastructure aux contraintes dynamiques
- Possibilités d'évitement et de récupération
- Limitation de la gravité des chocs
- Cohérence de tous les éléments de la voie et de son environnement (cohérence spatiale le long de l'itinéraire)
- Gestion des flux dans un objectif de sécurité (cohérence temporelle)

Les études de sécurité routière françaises ont par ailleurs permis d'identifier cinq familles de configurations accidentogènes reconnues :

- Intersections (visibilité, lisibilité)
- Virages (adhérence, rayon de courbure, ...)
- Accotements (obstacles latéraux)
- Usagers vulnérables (cyclistes, piétons, ...)
- Traversée des agglomérations

Selon les recherches du Laboratoire central des ponts et chaussées (France, [47]), les virages accidentogènes correspondent le plus souvent à des :

- virage isolés de faible rayon ($R < 150\text{m}$)
- virages de rayon moyen ($R > 250\text{m}$) comportant des facteur(s) d'accident(s) : variation de rayon, longue introduction, mauvaise adhérence, hétérogénéité entre deux courbes consécutives, faible visibilité, mauvaise lisibilité, grande longueur, obstacles sur accotement, mauvais dévers, pas de possibilité de récupération, ...

3.4 Lisibilité et visibilité

Dans le domaine de la littérature, la lisibilité peut être définie comme *“une aptitude du texte à se faire comprendre”* (Bourque, 1989 in [2]). Par analogie, la lisibilité d'une route peut se définir comme sa qualité à se faire comprendre, c'est-à-dire à renvoyer à l'utilisateur une image qui lui fasse adopter une attitude de conduite correspondant au niveau de service que la route est capable de donner (vitesse, trajectoire, priorités, ...).

La définition suivante a été proposée en France [2] et pourrait être adoptée en Suisse :

"La lisibilité est l'aptitude d'une voie et de son environnement de donner à tout usager, par l'ensemble de leurs éléments constitutifs, une image juste, facilement et rapidement compréhensible, de la nature de la voie et de son environnement, de ses utilisations, des mouvements probables ou possibles des autres usagers et du comportement que l'on attend de lui."

Les aménagements paysagers peuvent contribuer à la sécurité routière par les aspects suivants :

- La bonne perception de la signalisation (visibilité)
- Le signalement d'événements routiers (lisibilité d'intersections, de courbes)
- L'estimation de la vitesse (défilement latéral d'objets)
- L'anticipation de manœuvres et de situations difficiles (lisibilité)

Une infrastructure sûre doit être d'abord visible (tracé, signalisation, autres usagers) puis lisible, c'est à dire renvoyer aux usagers des informations cohérentes avec les services qu'on attend d'elle ou qu'elle peut offrir (voir également figure 1).

En Suisse, la norme SN 640 660 "Espace verts" [60] aborde sommairement les questions de visibilité et de lisibilité en lien avec les plantations de végétaux, ainsi que leur rôle potentiel de protection (vent, verglas, éblouissement).

3.5 Obstacles latéraux

Si la présence d'arbres aux abords de la route peut favoriser la lecture du paysage routier, il ne faut pas perdre de vue que ces derniers représentent des obstacles latéraux rigides et donc une source potentielle de danger supplémentaire en cas de perte de maîtrise du véhicule et de sortie de route, notamment si les arbres sont placés à faible distance du bord de la chaussée et qu'il n'y a pas de protection (glissières de sécurité).

Ce risque est illustré par l'exemple suivant (voir figure 2) : "si la conservation d'un alignement d'arbres anciens est justifiée, la plantation récente d'un tel alignement entre la route et le fossé au lieu de le placer au delà du fossé est une décision critiquable par l'inévitable surrisque qu'elle produira dans un délai très court". [51]



Figure 2 : arbres d'alignement plantés à proximité de la route

La France a adopté une politique très précise à ce sujet, concrétisée en 2002 par le guide "*Traitement des obstacles latéraux*" [23] qui vise en premier lieu à assainir le réseau routier existant de ce point de vue. Le principe de base est d'aménager les routes de manière à ce que les erreurs de conduite ne se traduisent plus par une issue grave.

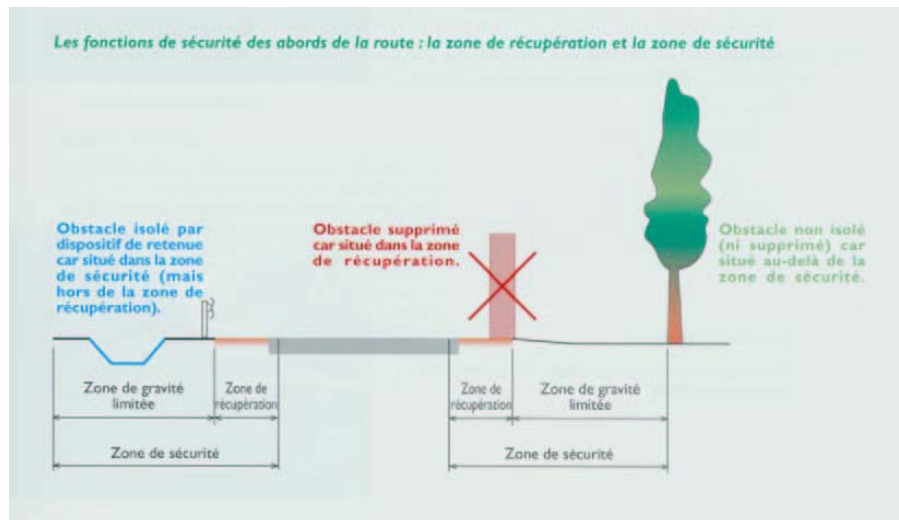


Figure 3 : principes d'aménagement d'un "Traitement des obstacles latéraux"

Les principes fondamentaux d'aménagement sont les suivants [23] :

- la route (hors agglomération) est bordée de part et d'autre d'une zone de sécurité qui comprend une zone de récupération et une zone de gravité limitée
- la zone de récupération doit permettre aux usagers de redresser le véhicule en cas de manœuvre d'urgence. Elle doit être complètement dégagée et sa largeur doit être au minimum de 2 mètres sur le réseau routier principal
- la zone de gravité limitée a pour but de limiter la gravité des dommages corporels en cas de sortie de route accidentelle. Sa largeur doit également être de 2 mètres au minimum sur le réseau routier principal et tous les obstacles rigides doivent être traités

Les modes d'intervention possibles sont la suppression, le déplacement, la modification ou la protection des obstacles rigides (par des glissières par exemple).

En Suisse, les distances minimales à respecter sont définies dans certaines lois cantonales sur l'aménagement des routes ainsi que dans la norme VSS sur les arbres d'alignement [63]. Pour les routes principales situées hors des localités, la distance recommandée entre la base du tronc et la limite de la chaussée est de 4 à 7 mètres, en fonction du type de route.

Des études ont par ailleurs montré que, à l'extérieur des localités, le gain de sécurité le plus élevé est atteint à partir d'une distance de 6 mètres (communication de M. Scaramuzza, BPA). L'application de ces recommandations sur le territoire Suisse est souvent difficile en raison des fortes contraintes liées à l'espace nécessaire pour leur mise en œuvre (domanialité, droit foncier, coûts), ce qui a pour effet que les plantations sont souvent trop proches des routes.

L'aménagement de haies ou de bosquets composés d'essences buissonnantes peut permettre de pallier en partie les inconvénients présentés ci-dessus pour les arbres. Ces

éléments végétaux représentent en effet des obstacles moins rigides que les arbres (déformabilité) et permettent d'atteindre des objectifs similaires pour la lisibilité (rupture visuelle, guidage optique, ...).

3.6 Accidentologie

L'analyse des accidents est un domaine complexe qui est souvent représenté par le système homme-environnement-véhicule (HEV). Avec ce modèle conceptuel, chaque facteur ou chaque événement d'un accident peut être relié à l'une des trois composantes du système [1].

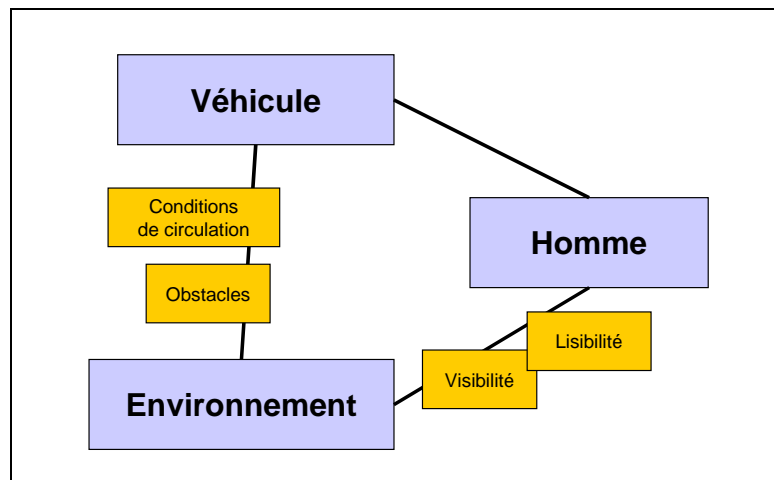


Figure 4 : représentation du système homme-véhicule-environnement

L'accidentologie fait appel à des domaines de compétence multiples :

- technique routière (construction, signalisation, ...)
- technique automobile (performances, ergonomie, sécurité primaire et secondaire, ...)
- planification et gestion du trafic
- physiologie (perception, vue, capacités du conducteur, ...)
- psychologie (interprétation, images, réactions, anticipation, ...)
- planification et gestion des secours
- prévention routière (éducation, sensibilisation, répression, ...)

Un accident de la circulation se définit alors comme "une rupture d'équilibre entre les trois éléments du système" [1].

Ou encore : "Un accident ne doit pas être réduit à un des ses éléments, il est le produit d'une relation défectueuse entre un ou plusieurs êtres humains, un ou des outils de transport et une infrastructure routière" [51].

Les facteurs d'accident sont nombreux et s'additionnent généralement entre eux : plus on combine de facteurs, plus le risque d'accidents augmente. Dans une grande majorité des cas, les accidents de la route sont liés à une défaillance d'un conducteur (que celui-ci soit légalement fautif ou non), dans la mesure où, à part pour quelques rares cas (défaillances mécaniques par exemple), l'accident aurait été évitable si le conducteur avait adopté un comportement adéquat.

"Dans une étude accidentologique approfondie, une centaine de données peuvent être réunies pour un seul accident, parfois plus. Il faut plusieurs milliers d'accidents et des études de groupes témoins non accidentés pour être capable d'évaluer le rôle des différents facteurs dans la survenue de l'accident ou dans la gravité de ses conséquences" [51].

3.7 Effets de l'aménagement routier sur le comportement des usagers

La vitesse des véhicules est déterminante dans l'occurrence et la gravité des accidents de la route. Un programme de recherche a été mis sur pied au niveau européen pour comprendre et identifier les pistes d'actions possibles dans ce domaine (MASTER, [15]). Parmi les différentes mesures possibles (répression, mesures techniques sur la route ou sur les véhicules, ...), l'adaptation de l'environnement routier permettrait d'influencer les vitesses des véhicules (dégagement latéral, distances de visibilité, présence de repères visuels).

Des études allemandes mettent en évidence le rôle des facteurs humains dans le déroulement des accidents [8]. Elles tendent en particulier à montrer que :

- Des vitesses plus élevées sont observées lorsque la profondeur de champ est importante ($V_{85} = 100$ km/h pour une profondeur de champ de 600 m et 65 km/h lorsque la profondeur de champ est réduite à 350 m)²
- La densité des aménagements latéraux influence la vitesse : la monotonie ou l'absence de contraste font augmenter la vitesse et peuvent être rompus au moyen d'aménagements paysagers.

L'exemple ci-dessous est tiré d'une recommandation allemande sur le guidage optique par la végétation [7] :

² V_{85} : vitesse en dessous de laquelle 85% des véhicules circulent

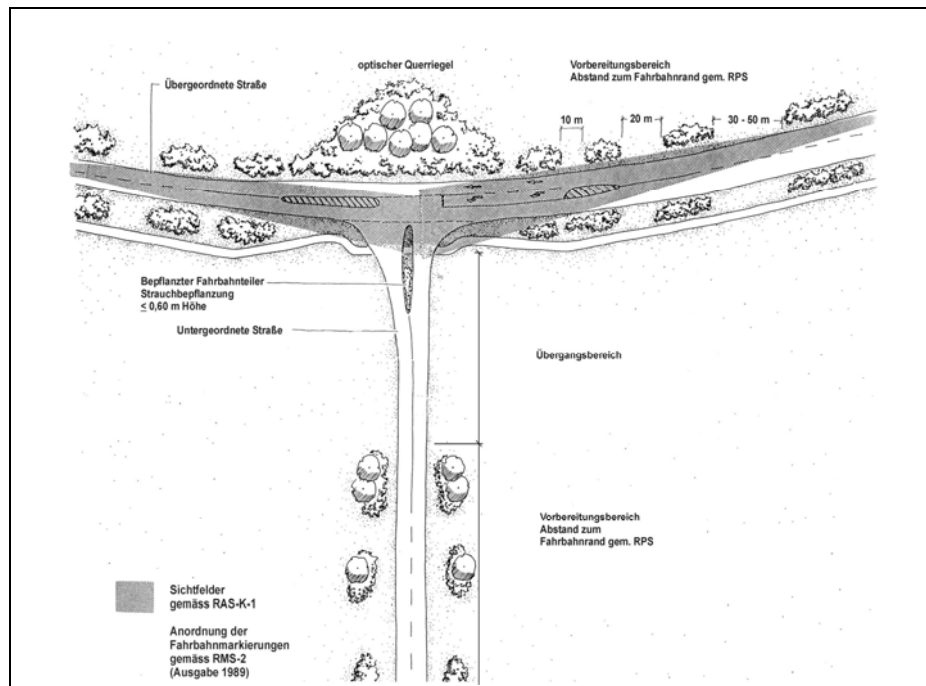


Figure 5 : exemple de plantation dans un carrefour

Les points suivants peuvent être relevés :

- La rupture visuelle créée par la présence du massif boisé situé en face de la voie secondaire facilite l'identification de l'événement routier (carrefour) et l'évaluation des distances.
- Sur la voie secondaire, l'approche d'un carrefour est annoncée par une zone de préparation (Vorbereitungsbereich). Cette zone est marquée par un changement de configuration des aménagements latéraux (par des plantations par exemple), correspondant à un trajet de 10 à 15 secondes, qui contribue à éveiller l'attention des conducteurs.
- Le dernier tronçon avant le carrefour est en revanche laissé libre de végétation. Cette zone de transition (Übergangsbereich) permet au conducteur de préparer l'arrivée au carrefour dans des bonnes conditions de visibilité (correspond à la distance parcourue par les véhicules en 4 à 6 secondes).
- Sur la voie principale, la présence de l'embranchement avec une voie secondaire est signalée par des aménagements plantés à intervalle décroissant et de forme et structure variée (modération de la vitesse à l'approche de l'événement).

Un groupe d'étude de l'université de Dresde (Allemagne) a recherché les effets des plantations (forêt, arbres d'alignement) sur le comportement et la sécurité routière [6]. Les conclusions principales sont les suivantes :

- Sur des sections rectilignes : 85% des conducteurs roulent plus à droite de la chaussée en présence de plantations qu'en milieu ouvert. Aucun effet des plantations sur les vitesses pratiquées n'a été observé.

- Dans les courbes : les conducteurs "coupent" plus leur virage lorsque le paysage est dégagé, les vitesses observées sont les plus faibles lorsqu'il y a des plantations à l'extérieur de la courbe.

Cette étude montre que les plantations ont un effet sur le comportement des conducteurs mais ne permet toutefois pas de conclure sur les conséquences de ces effets (positives, négatives), en particulier sur l'occurrence ou le déroulement des accidents.

Le colloque intitulé "La route autrement : concevoir des routes incitant à une conduite apaisée", organisé à Paris en mars 2006, a réuni de nombreux spécialistes dans le but de débattre de la notion de "conduite apaisée" et des moyens de concevoir des routes qui inciteraient les automobilistes à conduire moins vite. Les thèmes suivants ont notamment été évoqués :

- Le trafic peut souvent être tranquilisé par des aménagements sur la route et ses abords immédiats
- Les mesures à prendre nécessitent un examen global de la situation d'un tronçon routier (système complexe d'interactions). Il n'existe pas de "recettes" applicables de manière univoque dans certaines situations type
- Hors localités, les mesures les plus efficaces en termes de résultats sont celles concernant les axes routiers sur lesquels la vitesse de planification est comprise entre 50 et 80 km/h
- Il est essentiel que l'automobiliste appréhende correctement une situation potentiellement conflictuelle et adapte spontanément sa vitesse et son comportement : notion de conduite "humanisée" plutôt qu'"apaisée" pour intégrer la psychologie et le comportement des usagers
- Le niveau d'attention nécessaire pour le conducteur doit être moyen : éviter la monotonie mais ne pas le surcharger d'informations
- L'alternance de séquences confort / contrainte permet de maintenir l'état de vigilance du conducteur
- Un champ de vision très étendu ou de longs tronçons rectilignes induisent des vitesses élevées

Un exemple de tranquillisation du trafic (diminution des vitesses grâce à une rupture de la monotonie par des aménagements paysagers) est illustré à la figure 6.



Figure 6 : utilisation d'un modelé de terrain pour diversifier le paysage routier
(présentation de M. Lassus)

Le concept des routes "explicites" ("self explaining roads") vise quant à lui à faire choisir spontanément aux conducteurs une vitesse et un comportement adaptés à la route qu'ils empruntent, sans passer par des mesures physiques contraignantes, par exemple des ralentisseurs. Une route ordinaire ne doit en effet pas donner l'image d'une autoroute (risque de vitesse et de comportement inadaptés). Ce concept théorique nécessite d'homogénéiser les caractéristiques de chaque catégorie de route afin que le conducteur soit amené à avoir une image cohérente de la route pour qu'il adapte son comportement "instinctivement" (notamment sa vitesse). Les applications pratiques sont toutefois encore peu nombreuses : la faisabilité de la généralisation de ce principe et son efficacité restent difficiles à évaluer.

En conclusion, il est globalement admis par les spécialistes du comportement que la conception des routes et de leur environnement a une influence sur l'attitude des automobilistes. La quantification de cette influence n'est en revanche pour l'instant pas connue.

3.8 Prévention des accidents de la route

Assainissement en Suisse

La norme SN 640 010 "Base pour l'analyse des accidents" [57] contient les principes généraux d'analyse des accidents. Ceux-ci s'appliquent aux points noirs du réseau routier, identifiés sur la base des statistiques d'accidents, c'est à dire les "*points pour*

lesquels le nombre d'accidents est manifestement plus élevé que celui d'endroits comparables".

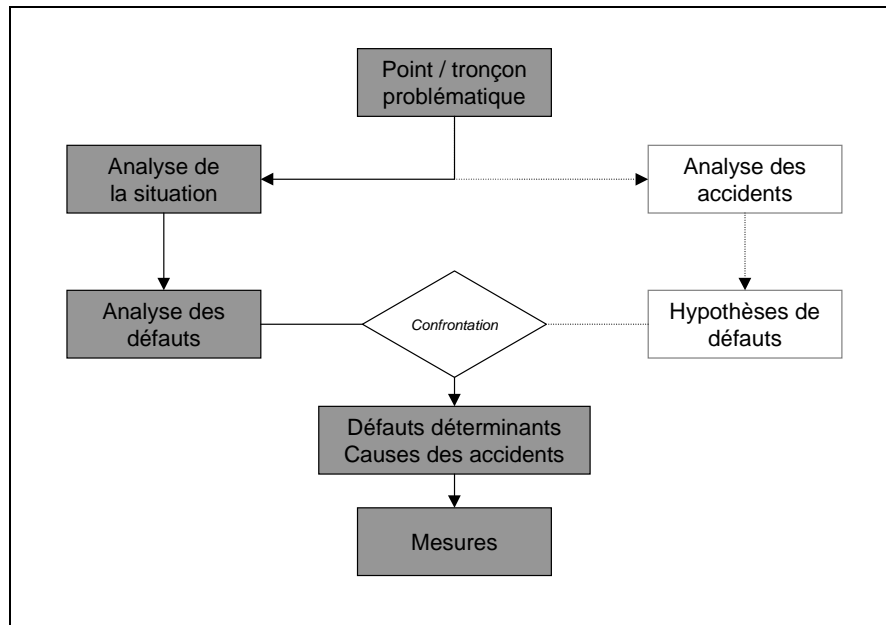


Figure 7 : analyse des accidents en Suisse [57]

Les défauts déterminants sont identifiés par confrontation d'une analyse des accidents (statistiques, rapports, compréhension du déroulement des accidents, ...) avec une analyse de la situation (infrastructure, trafic, environnement). Les mesures d'assainissement sont recherchées ensuite sur cette base.

L'identification et l'assainissement des points noirs correspondent aux mesures 301 à 303 du "Programme d'action de la Confédération visant à renforcer la sécurité routière" [25].

Assainissement en France

Une politique similaire a été adoptée en France depuis 2004 avec la démarche SURE : "Sécurité des usagers sur les routes existantes" [28]. Son principe est présenté à la figure 8 :

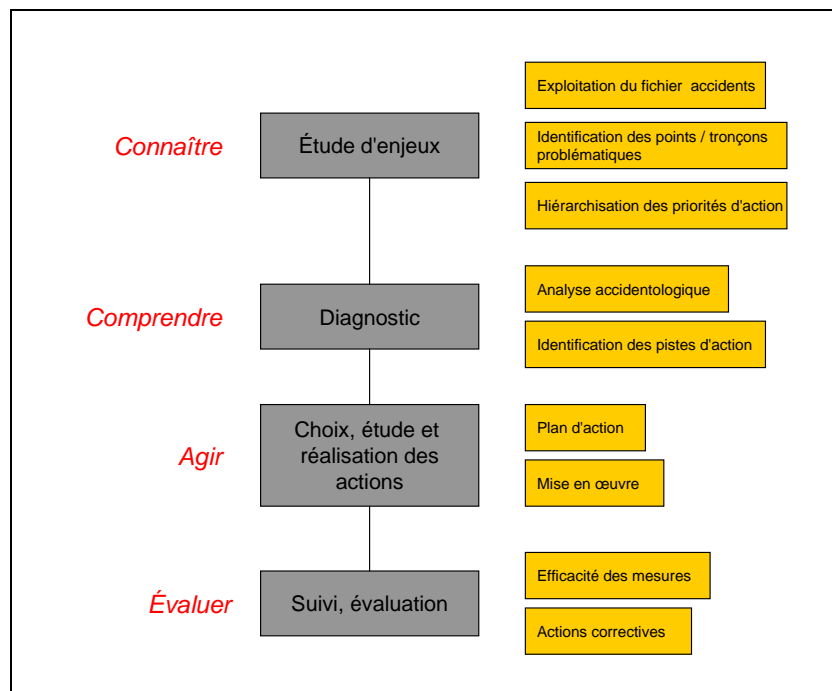


Figure 8 : déroulement de la démarche SURE

"A la différence des projets routiers neufs pour lesquels le respect des règles techniques garantit la sécurité de l'infrastructure, le réaménagement du réseau routier existant est mené avec l'objectif de suppression des points singuliers ou des hétérogénéités que l'utilisateur perçoit mal. Il ne s'agit pas d'appliquer à toutes les routes existantes les règles techniques des projets neufs, ce qui serait extrêmement coûteux et peu efficace, mais d'aménager les routes où l'accidentalité est anormalement élevée."

Audits de sécurité routière (road safety audit)

Une voie complémentaire à l'assainissement de points noirs, réaction face à un problème avéré, consiste à anticiper et éliminer les facteurs d'accidents sur la base d'études et d'expériences antérieures. Les audits de sécurité ont été développés en Grande-Bretagne dès les années 1990 et connaissent de plus en plus d'applications en Europe [34]. Cette démarche proactive est destinée prioritairement aux nouveaux projets routiers. Le principe est également applicable pour l'examen du réseau routier existant, généralement sous l'appellation d'inspection de sécurité routière (road safety inspection).

Au niveau Suisse, l'introduction d'audits de sécurité obligatoires pour les projets routiers correspond à la mesure 312 du programme Via sicura [25]. La mise en œuvre de cette mesure nécessitera l'élaboration d'une procédure d'audit normalisée ainsi que de directives, à l'image de ce qui existe pour les études d'impact sur l'environnement.

Plusieurs pays ont développé des listes de contrôle destinées à faciliter et à optimiser la tâche des auditeurs ([27], [30], [32], [33], [35]). Un rapport de recherche publié en 2002 par l'École polytechnique fédérale de Zürich [37] définit une approche pour la Suisse et propose une liste de contrôle pour les aspects quantifiables (à comparer aux normes)

ainsi qu'une liste de questions pour les points plus subjectifs à évaluer (extraits du catalogue danois).

Le projet de norme SN 640 012 "Audit de sécurité routière" préparé par la VSS est actuellement en cours de consultation [26]. Cette norme ne concerne que les projets routiers (construction, transformation, extension, remise en état, renouvellement et assainissement) et non l'audit d'infrastructures routières existantes.

4. DONNÉES ACCIDENTOLOGIQUES

4.1 Statistiques en Suisse

La saisie des procès-verbaux d'accidents est assurée par les agents des polices cantonales. Depuis 1992, un formulaire d'enquête uniforme facilite le traitement informatique des données et garantit une homogénéité au niveau national [38]. L'Office fédéral de la statistique (OFS) est chargé de récolter les données, de les analyser et de les publier une fois par année. Les statistiques générales publiées par l'OFS sont basées uniquement sur les accidents déclarés et ayant entraîné des dégâts corporels (les accidents avec dégâts matériels uniquement ne sont pas pris en compte).

Les rapports d'accident contiennent les informations suivantes, réparties en plus de 30 thèmes :

- Description de l'accident : lieu, date et heure, type, genre de route, vitesse légale autorisée, régime de priorité, conditions de circulation, état de la chaussée, ...
- Description des impliqués : véhicules, conducteurs, passagers, piétons, blessés, tués, ...
- Éventuellement un schéma ou une photographie

Le formulaire offre la possibilité de mentionner les "fautes et influences possibles". Ce champ n'est toutefois pas obligatoire et la réponse est laissée à l'appréciation de l'agent de police. Trois réponses par accident sont possibles, à choisir à partir d'une liste prédéfinie de plus de 100 codes. Les statistiques de l'année 2005 pour les accidents hors localités sont présentées à la figure 9 (source des données : OFS) :

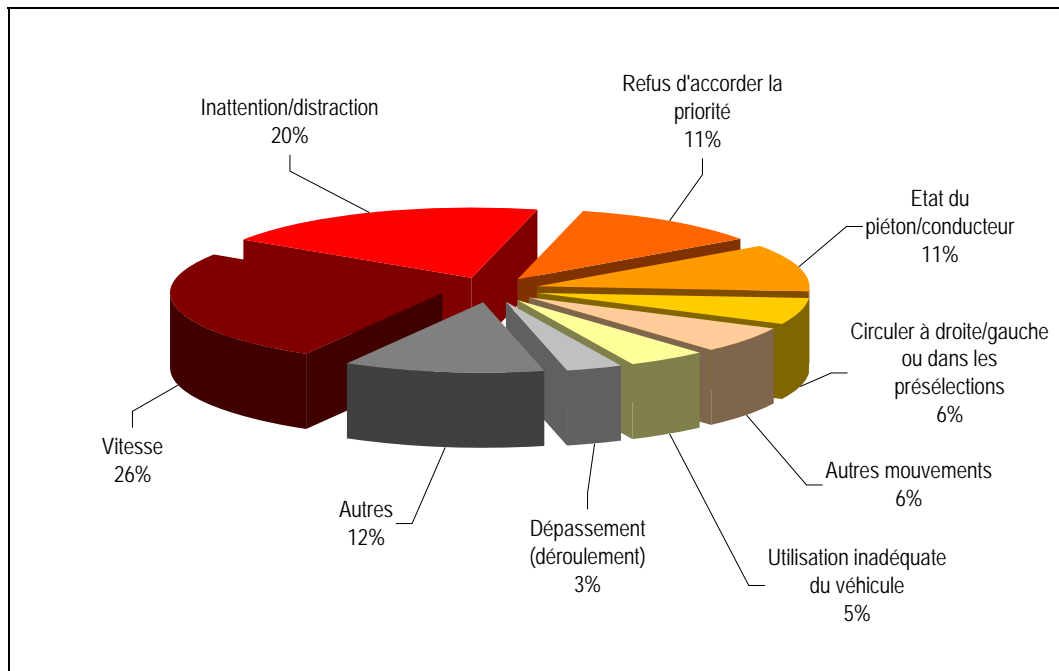


Figure 9 : causes des accidents de la circulation hors localités, avec lésions corporelles en Suisse, pour l'année 2005 (100% = nombre total de causes mentionnées)

Plus de la moitié des accidents avec lésions corporelles sont statistiquement expliqués par les trois causes suivantes :

- Une vitesse inadaptée (26%)
- L'inattention ou la distraction (20%)
- Le refus de priorité (11%)

Ces trois catégories, comme de nombreuses autres, font en premier lieu intervenir des facteurs humains pour expliquer les accidents, mais elles peuvent également être mises en relation avec le paysage (comme cause et/ou comme mesure possible). Ceci confirme la nécessité de documenter les facteurs qui influencent le comportement des usagers, et en particulier de déterminer le rôle des aménagements paysagers dans ce domaine.

4.2 Données des cantons

Les données d'accidents ont été transmises par les cantons sous les formes suivantes :

- Cartes des points noirs (Cantons de Vaud et de Neuchâtel)
- Cartes de répartition des accidents (Canton du Jura)
- Extraits de la base de donnée "accidents" (Canton de Fribourg et du Jura)
- Rapports et bilans annuels des polices cantonales (Cantons de Neuchâtel, du Jura et de Vaud)

La qualité de l'information s'est avérée très variable et le degré d'avancement dans l'identification des points noirs est hétérogène entre les cantons.

Les entretiens avec les différents interlocuteurs n'ont pas fourni d'éléments déterminants pour l'avancement de la recherche. Peu d'indications ont été exploitables directement et il n'existe pas de cas concret de l'utilisation des aménagements paysagers pour améliorer la sécurité routière. Les cas cités sont en général en relation directe avec des distances de visibilité (arasement d'un talus, défrichage, etc.), des mesures de compensation pour la nature ou des mesures ornementales indépendantes de questions de sécurité routière.

Deux exemples ayant un lien avec le sujet de la recherche ont toutefois été signalés :

- une expertise menée en 1994 par le Laboratoire des voies de circulation de l'EPFL fait référence à un problème de lisibilité et propose des mesures paysagères pour le corriger (rapport confidentiel)
- un rapport technique des routes cantonales du Valais met en avant le rôle de brise-vent apporté par des alignements d'arbres

4.3 Analyse accidentologique

L'objectif initial de l'analyse accidentologique, à savoir l'établissement d'une relation entre l'occurrence d'accidents et les typologies d'aménagements paysagers, n'a pas pu être atteint. En effet :

- ce type d'analyse n'est pas possible sur la seule base des descriptifs d'accidents ou de relevés de terrain. Aucun rapport d'accident examiné ne fait directement mention d'un problème de lisibilité ou de visibilité. Ne sont en général mentionnées que les fautes entrant dans les catégories prédéfinies : excès de vitesse, perte de maîtrise du véhicule, refus de priorité, conduite en état d'ébriété, etc.
- les interactions entre les différents facteurs d'accidents sont très nettes (voir système homme-environnement-véhicule), et si un accident se produit, c'est le plus souvent par la conjugaison de différents facteurs
- le nombre de cas identifiés pour lesquels un défaut déterminant pourrait être associé aux aménagements paysagers est faible
- les cas les plus pertinents identifiés sur le terrain se trouvent pour la plupart sur des routes peu fréquentées, ce qui rend la taille de l'échantillon (nombre d'accidents) trop faible pour mettre en évidence le rôle d'un seul facteur d'accident

La mauvaise lisibilité d'un tronçon routier ou d'un point singulier peut contribuer à déclencher un accident mais elle en sera rarement la cause unique. Nous avons renoncé à démontrer des liens de cause à effet, sachant que cela aurait demandé un programme d'échantillonnage et d'analyse complexe dépassant largement le cadre la présente recherche.

5. PRÉSENTATION DE CAS

5.1 Méthodologie

Les relevés de terrain ont été effectués pour des points présentant un nombre d'accidents élevé par rapport aux valeurs moyennes attendues sur des tronçons comparables. Les connaissances locales ainsi que le fait de parcourir les routes et de s'entretenir avec différentes personnes sont des éléments qui ont permis d'identifier d'autres points du réseau routier avec des défauts de lisibilité, sans pour autant que ceux-ci ne soient des points noirs répertoriés avec la méthodologie usuelle.

Les caractéristiques de la campagne de relevés sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 2 : caractéristiques des relevés de terrain

Canton	Vaud	Neuchâtel	Jura
Document de base	Carte des points noirs	Carte des points noirs	Carte des accidents
Période d'analyse	1999-2001	1996-2000	2000-2004
Nombre de points présélectionnés	29	22	18
Période des relevés de terrain	Mars 2005	Mars 2005	Juin-novembre 2005
Nombre de points "pertinents" identifiés	11	1	3
Nombre d'exemples supplémentaires (sans accidents répertoriés)	3	2	6

Les exemples les plus pertinents sont présentés dans les chapitres suivants.

Dans la majorité des cas, les défauts ou les causes d'accident liés au paysage ne se manifestent pas de manière flagrante. On constate que le nombre de points "pertinents" est faible par rapport au nombre total de points visionnés (environ 20%).

5.2 Exemples de défauts liés au paysage

Lors du parcours du réseau routier, les points possédant les défauts de lisibilité les plus marqués ont souvent créé un sentiment de malaise pour le conducteur à l'instant même de leur découverte. Ce sentiment se traduisait par un doute quant à la trajectoire de la route, voire même par un effet de surprise nécessitant un freinage accentué.

La vingtaine de cas identifiés peuvent être regroupés dans les catégories suivantes :

- Défaut de lisibilité d'une courbe
- Défaut de lisibilité d'une intersection
- Autres cas (éblouissement, par exemple)

Les résultats des relevés de terrains sont présentés dans les figures 10 à 12 ci-dessous :

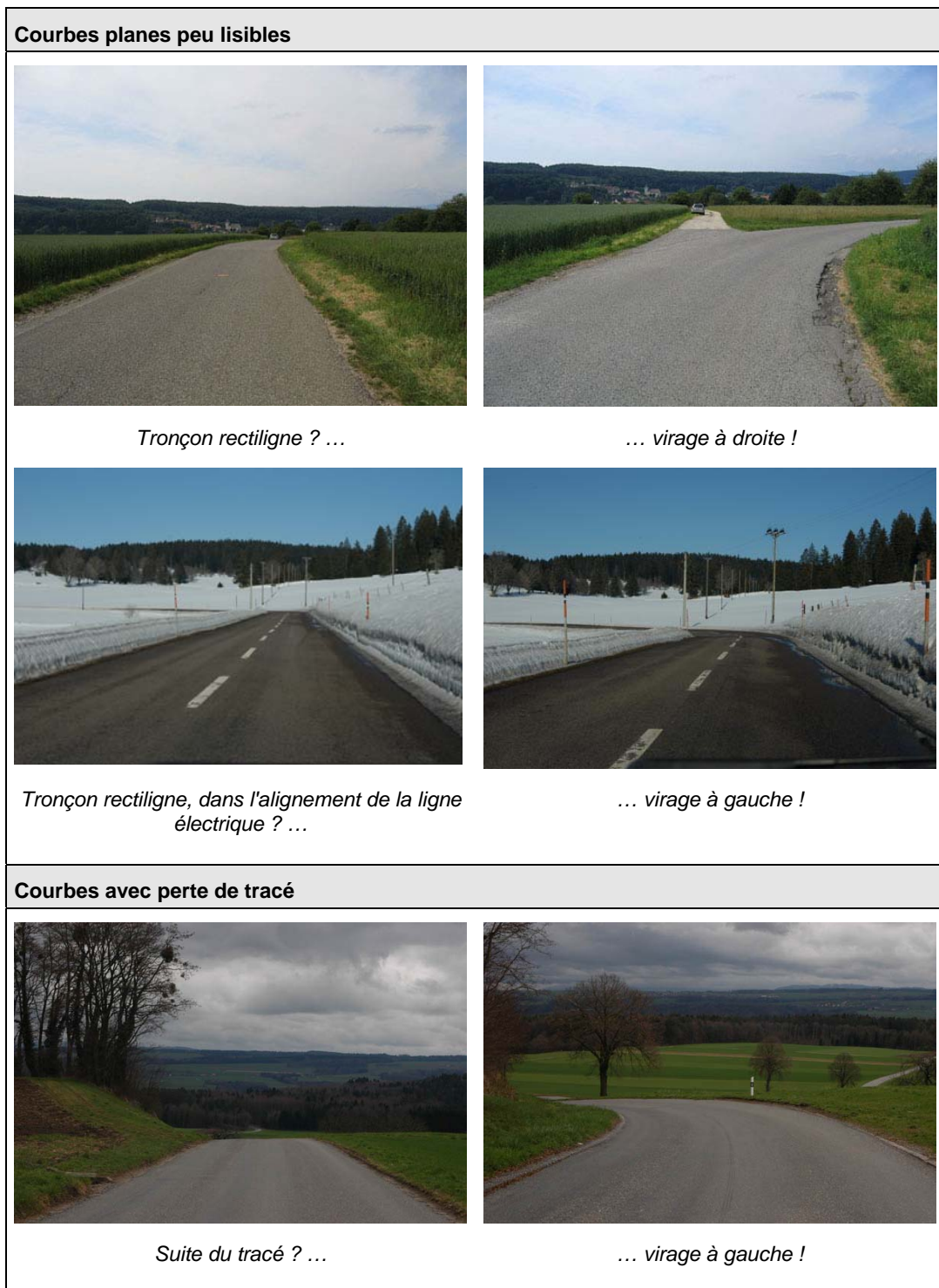


Figure 10 : courbes présentant des défauts de lisibilité

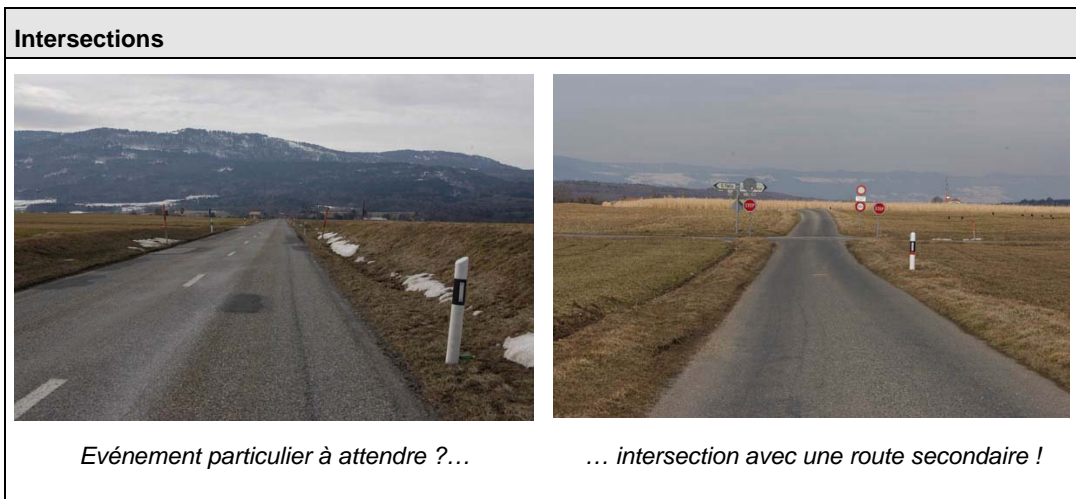


Figure 11 : intersection présentant un défaut de lisibilité

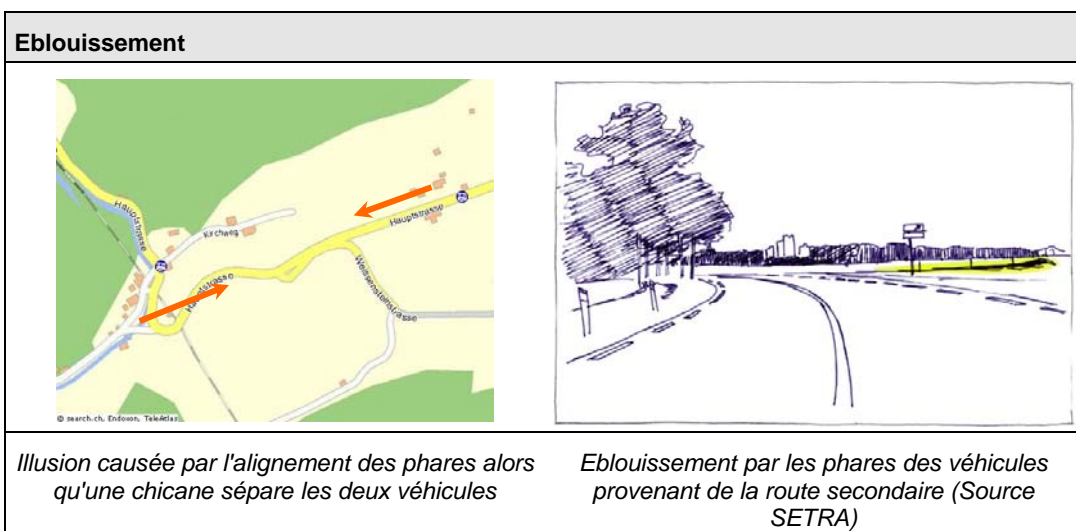


Figure 12 : éblouissement par les phares d'autres véhicules

La problématique "paysage – sécurité" a été identifiée dans des situations relativement bien définies. Il s'agissait le plus souvent de routes secondaires se trouvant en rase campagne. Ceci s'explique par le fait :

- qu'en forêt ou sur des routes de montagne, le guidage visuel est presque toujours présent. La lecture de la route est facilitée par les éléments paysagers environnants (topographie, arbres, etc.)
- que le tracé des routes secondaires, en comparaison avec celui des routes principales, épouse davantage la topographie naturelle du terrain pour des raisons évidentes d'économie (moins de remblais ou déblais). Ceci expose donc ces routes à des pertes de tracés plus fréquentes. En outre, leur équipement (signalisation, glissière, balisage) est en général moins important, ce qui ne facilite pas la lecture du tracé.

5.3 Exemples de lisibilité améliorée par le paysage

Les exemples suivants illustrent les avantages que l'on peut attendre des aménagements paysagers en matière de lisibilité et de sécurité routière :

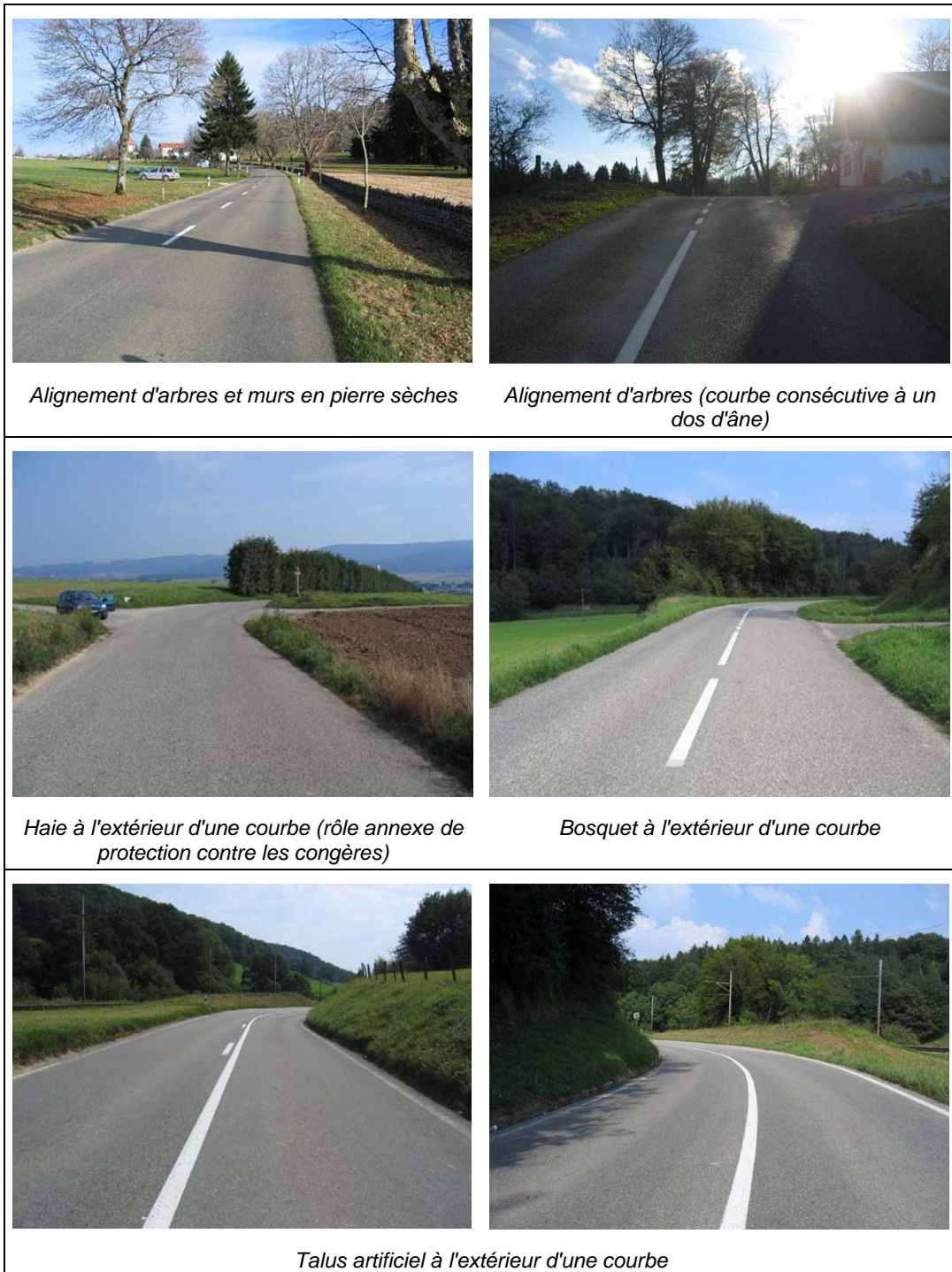


Figure 13 : illustration du rôle positif du paysage sur la lisibilité de la route

Les exemples présentés ci-dessus confirment le rôle potentiel des aménagements paysagers pour :

- Marquer la topographie (dos d'âne)
- Souligner un événement (virage, carrefour, ...)
- Renforcer la perception (virage, carrefour, ...)
- Améliorer le guidage optique
- Protéger l'infrastructure et les usagers (vent, accumulation de neige, ...)

6. SYNTHÈSE

La recherche bibliographique a montré que le rôle du paysage sur le comportement des conducteurs ou le déroulement des accidents est peu documenté, au contraire d'autres domaines routiers : technique de construction routière, technique automobile, sécurité secondaire, organisation des secours, ...

Les contacts pris durant la recherche ont également montré que ce domaine est nouveau, peu connu et peu utilisé dans la gestion routière en Suisse. La lisibilité de la route est une notion plus ou moins connue et comprise, mais elle n'est généralement pas spécifiquement étudiée dans les projets, ou alors de manière implicite, notamment dans les normes de planification routière, par exemple lors de la définition du tracé.

Les statistiques d'accidents ne sont pas utilisables à elles seules pour identifier les défauts d'une infrastructure routière. Cela demanderait une analyse détaillée du déroulement des accidents (analyse des rapports d'accidents) mais aussi une description fine de la situation sur le terrain.

Il n'a donc pas été possible de démontrer statistiquement un lien direct entre le paysage et les accidents ni de généraliser les conclusions ou de présenter des mesures-type générales (approche normative). Les études menées dans ce domaine dans d'autres pays se heurtent à des difficultés similaires.

Les résultats de la recherche confirment toutefois l'hypothèse que, dans certains cas, les aménagements paysagers peuvent apporter une "aide à la lecture" du tracé routier et influencer positivement le comportement des conducteurs.

L'approche "paysage-sécurité" est pertinente et son intégration dans les processus de planification, de réalisation et de suivi des infrastructures routières permettrait d'ouvrir une perspective supplémentaire dans le but d'améliorer la sécurité routière et de tendre vers l'objectif "vision zéro".

Les limites suivantes peuvent être mentionnées :

- Il existe des configurations pour lesquelles les aménagements paysagers représentent un danger accru (obstacles latéraux, masques à la visibilité, ...)
- Il n'est parfois pas suffisant d'aborder la problématique uniquement au niveau d'un point du réseau routier (point noir par exemple). Dans la mesure du possible, il faut travailler à l'échelle de l'itinéraire pour traiter les aspects paysagers, même s'il s'agit de rechercher des solutions pour un point précis (principe de cohérence le long du tracé, éviter le transfert éventuel du problème à l'amont ou à l'aval, approche globale de la lisibilité de l'itinéraire)
- Il s'agit d'un domaine subjectif, l'appréciation personnelle d'une situation par une personne unique (projeteur, ingénieur, auditeur) peut différer sensiblement de la perception ou du comportement observé d'un conducteur "moyen"
- La difficulté d'accès à l'information, le nombre élevé d'intervenants et l'hétérogénéité des contextes et des pratiques (entre cantons par exemples) représentent des obstacles à l'interprétation des statistiques

7. PERSPECTIVES POUR L'INTÉGRATION DU PAYSAGE DANS LA GESTION DE LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE

7.1 Introduction

Le but de ce chapitre est de présenter, sur la base des considérations décrites dans les chapitres précédents, une réflexion générale sur les principaux éléments dont la prise en considération serait pertinente pour l'intégration des aspects paysagers dans les problèmes de la sécurité routière.

L'amélioration de la sécurité des infrastructures routières peut être abordée de deux manières :

- par l'assainissement des infrastructures existantes (points noirs avérés)
- par des actions préventives appliquées au stade des projets (audits de sécurité routière)

Ces deux possibilités d'application sont développés dans la suite du rapport.

Lors de la recherche de mesures d'assainissement ou de mesures préventives, *"il ne faut pas associer de façon simpliste la notion de cause principale au remède qui permettra de réduire le plus efficacement et au moindre coût. Il y a souvent plusieurs solutions possibles pour réduire un facteur de risque. Il faut être capable d'identifier celle qui a la plus forte efficacité pour le plus faible coût. Il faut également tenir compte de la facilité de sa mise en œuvre et de son acceptabilité"* [51].

Cette recherche de la meilleure solution revêt un caractère pluridisciplinaire et nécessite le plus souvent une démarche itérative.

Les mesures d'aménagements paysagers possèdent un potentiel exploitable pour améliorer la sécurité routière. La diversification des mesures possibles, et donc de leurs avantages et inconvénients respectifs (faisabilité, coûts, efficacité, ...), augmente la probabilité de succès et l'efficacité globale de l'action.

Dans le contexte de la présente recherche, la notion d'aménagements paysagers fait principalement appel à l'utilisation de végétaux pour obtenir le résultat souhaité (arbres, buissons, ...) ou éventuellement à un remodelage local du terrain (talus, butte, ...). Elle est associée à un état ou à des objets proches d'un milieu "naturel" et qui ont donc pour cadre un espace non construit. Des réflexions analogues sur le "paysage urbain" en agglomération, sur son rôle et sur les mesures possibles en matière de sécurité routière sont également pertinentes mais ne sont pas abordés dans ce rapport.

7.2 Pertinence de l'utilisation des aménagements paysagers pour améliorer la sécurité routière

La pertinence de l'utilisation des aménagements paysagers pour améliorer la sécurité routière n'est pas homogène sur l'ensemble du territoire. Le potentiel des mesures paysagères en matière de sécurité routière peut être défini comme la combinaison de deux critères : le niveau de danger lié à l'infrastructure et le contexte géographique dans

lequel celle-ci s'inscrit (topographie, utilisation du sol, paysage existant, ...). Une représentation de cette évaluation est présentée à la figure 14 ci-dessous :

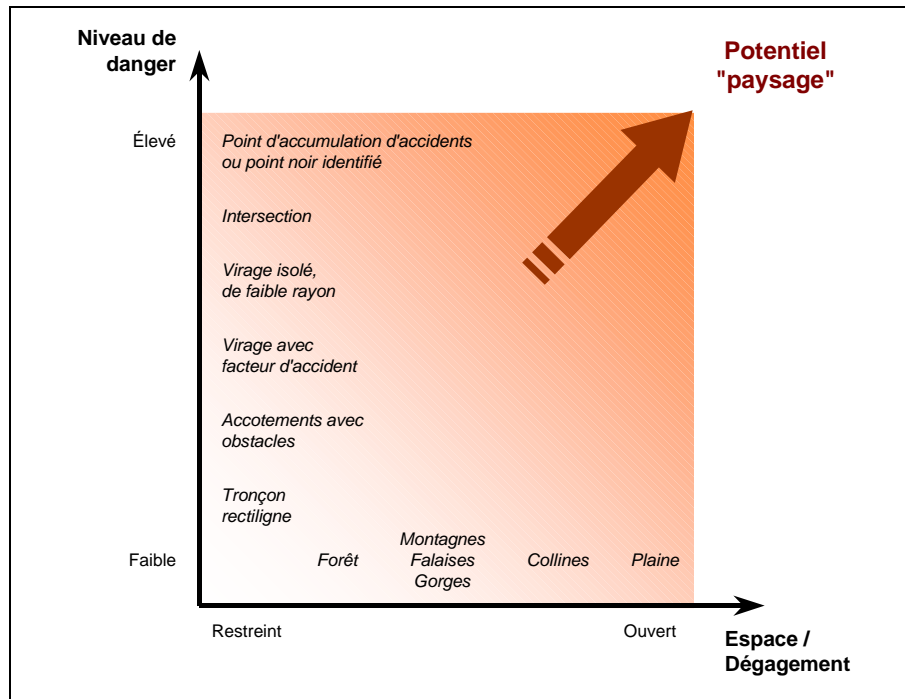


Figure 14 : représentation du potentiel de réduction du risque d'accident par les aménagements paysagers

Les gains les plus importants peuvent d'une part être attendus pour les configurations les plus accidentogènes (axe des ordonnées) : les points noirs avérés, les courbes, les intersections, les tronçons comportant un facteur de risque (pratique de vitesses excessives, présence d'accotements dangereux, ...).

D'autre part, l'efficacité des mesures d'aménagement paysager est dépendante du cadre dans lequel s'inscrit l'infrastructure, déterminé en particulier par les plans visuels perçus par le conducteur et par l'espace disponible pour réaliser ces aménagements (axe des abscisses). L'efficacité et la faisabilité des mesures de type "aménagements paysagers" sont en effet moindres lorsque la route s'inscrit dans un paysage "fermé" (défini par une forêt, des gorges, une falaise, ...) par opposition à un contexte "ouvert" (plaine, zone agricole, ...).

Le potentiel de réduction du risque par les aménagements paysagers est donc proportionnel à la surface du rectangle :

- Il est maximal pour les points du réseau routier "à risques" (courbes, intersections, ...) situés dans un espace dégagé
- A l'opposé, l'utilisation de critères paysagers présente un potentiel moindre dans le cas de configurations limitées par un espace restreint, a fortiori si elles sont associées à un niveau de danger faible

7.3 Assainissement des points noirs

7.3.1 Généralités

Il n'est pas possible d'appliquer a posteriori les normes de sécurité récentes à tous les itinéraires routiers existants, principalement pour des raisons économiques. Il faut par conséquent agir en fonction de priorités et en ciblant les interventions pour améliorer la sécurité.

La structure de ce chapitre est basée sur le principe général adopté en Suisse pour l'assainissement des points noirs (cf. chapitre 3.8) :

- Analyse de la situation (contexte) et des accidents (rapports d'accidents)
- Détermination des facteurs d'accident (défauts déterminants)
- Identification, évaluation et mise en œuvre des mesures

Le rôle potentiel du paysage a été examiné pour les différentes étapes de cette démarche.

7.3.2 Identification des points noirs

Un point noir est défini comme "*une portion du réseau routier pour laquelle la fréquence des accidents est manifestement plus élevée que celle observée dans des endroits comparables*" [55]. Les points noirs sont déterminés sur la base des statistiques d'accidents, par comparaison entre des valeurs observées et des valeurs de référence caractéristiques de la portion du réseau routier examiné.

L'analyse est effectuée pour des intervalles homogènes préalablement définis et débouche sur l'identification de deux catégories [56] :

- les points noirs de tronçon
- les points noirs de carrefour

Une fois localisés, les points sont classés en fonction de la gravité des dommages, ce qui donne une indication sur les priorités de traitement à attribuer.

L'identification des points noirs repose sur des notions statistiques pures. L'utilisation de critères paysagers n'est pas pertinente à ce stade de l'analyse.

7.3.3 Diagnostic

But

Il s'agit de comprendre le déroulement des accidents et d'en déduire les facteurs principaux (causes). Le diagnostic se déroule en deux phases : l'analyse des accidents et l'analyse de la situation (voir 3.9). La confrontation des résultats doit conduire à l'identification des défauts déterminants de l'infrastructure qui orienteront ensuite la recherche des mesures visant à l'assainissement du point considéré.

Analyse des accidents

Les accidents recensés doivent être regroupés en types d'accidents dans le but de déterminer le scénario déterminant au point considéré (p. ex. : perte de maîtrise, refus de priorité, ...) et d'esquisser des hypothèses sur les défauts possibles.

L'analyse des informations contenues dans les rapports d'accidents ne permet pas à elle seule d'émettre des hypothèses sur le rôle du paysage dans le déroulement des accidents. La comparaison avec les relevés de terrain (analyse de la situation) est indispensable pour identifier les défauts significatifs.

Analyse de la situation

L'identification des défauts déterminants ou des causes possibles des accidents est basée sur une analyse de la situation dans les domaines de l'infrastructure, de l'écoulement du trafic et de l'environnement (voir figure 15).

Les caractéristiques sont inventoriées pour chaque domaine et sont ensuite :

- comparées aux normes en vigueur pour les aspects techniques (tracé, profil, revêtement, signalisation, ...)
- comparées à la réglementation sur le comportement des usagers (vitesse, priorités, ...)
- évaluées directement pour les domaines faisant appel à une part d'interprétation (avis d'expert)

Les défauts déterminants sont ceux qui permettent d'expliquer le déroulement de la majorité des accidents recensés.

Comme le montre la figure 15, les aménagements paysagers peuvent concerner plusieurs caractéristiques de la route ou du trafic (tracé, comportement des usagers, conditions de circulation particulières, ...). D'autres sont en revanche indépendantes des aménagements paysagers (revêtement, ouvrages d'art, volume de trafic, ...).

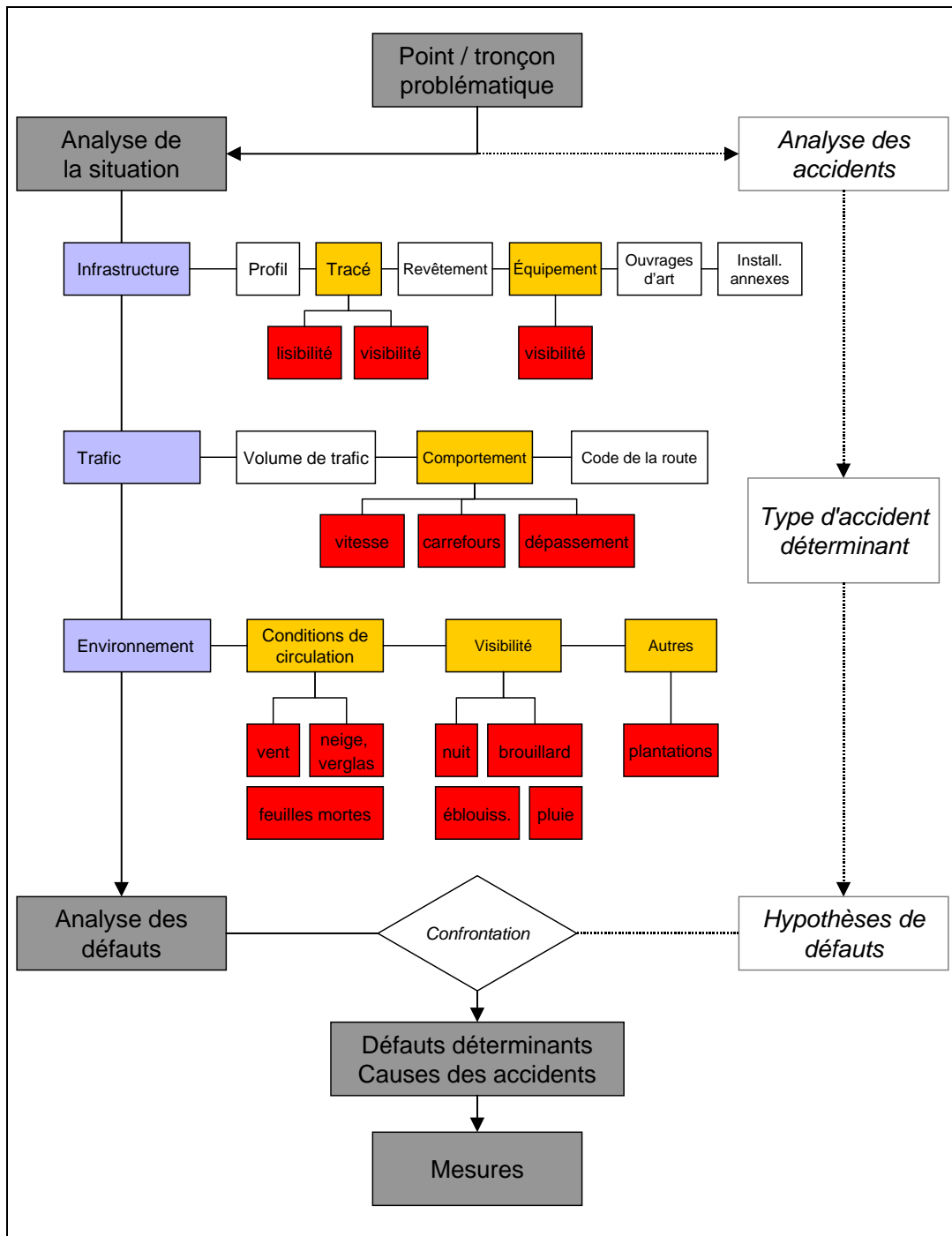


Figure 15 : rôle du paysage lors de l'analyse des accidents (modifié d'après [57])

La liste des thèmes pertinents du point de vue des aménagements paysagers est présentée dans le tableau 3.

Tableau 3 : rôle du paysage dans la recherche des défauts de sécurité d'une route

Domaine	Caractéristique	Thème	Rôle des aménagements paysagers	Lien avec la sécurité routière
Infrastructure	Tracé	Visibilité	Visibilité du tracé Visibilité des autres usagers	Distances de visibilité réduites (courbes, carrefours)
		Lisibilité	Guidage optique, effet de perspective, rupture visuelle Jalonnement, repères visuels Transition entre unités (paysagères, catégories routières, ...)	Compréhension correcte de la situation de conduite Adaptation du comportement des usagers (vitesse, distances, anticipation, ...)
	Équipement	Visibilité	Visibilité de la signalisation (panneaux, balisage, ...)	Perception des informations
			Modification de l'éclairage (luminaires)	
Trafic	Comportement des usagers	Vitesse	Effet de perspective, guidage optique, repères visuels Profondeur du champ de vision, défilement des séquences paysagères	Adaptation de la vitesse aux conditions de la route et de trafic Appréciation du risque
		Comportement en carrefour	Jalonnement, soulignement, identification des embranchements, rupture visuelle	Anticipation, compréhension, respect de la priorité
	Comportement en dépassement	Effet de perspective Repères visuels	Identification de la distance disponible, appréciation du risque	
Environnement	Conditions de circulation	Vent	Protection des usagers (vent latéral)	Maîtrise du véhicule
		Neige	Protection contre l'accumulation (congères)	Maîtrise du véhicule
		Verglas, feuilles mortes	Modification de l'adhérence du revêtement	Maîtrise du véhicule
	Visibilité	Eblouissement	Protection des usagers (soleil, phares opposés)	Soutien à l'activité de conduite
		Nuit	Révéléteur, guide, repère visuel	Soutien à l'activité de conduite
		Pluie	Révéléteur, guide, repère visuel	Soutien à l'activité de conduite
		Brouillard	Révéléteur, guide, repère visuel	Soutien à l'activité de conduite
	Autres	Plantations	Obstacles latéraux (arbres)	Source potentielle de danger

Identification des défauts

Les facteurs d'accident sont souvent multiples et prennent des parts variables dans l'explication des accidents. Ils peuvent également dépendre les uns des autres.

Le tableau suivant présente une liste de défauts ayant un lien potentiel avec les aménagements paysagers. Il peuvent être répartis en quatre groupes (cf. tableau 4) :

- défaut de visibilité
- défaut de lisibilité
- défaut lié aux conditions environnementales
- risques liés aux aménagements latéraux

Un défaut de lisibilité peut avoir deux origines :

- par influence directe : les caractéristiques de l'infrastructure sont manifestement susceptibles d'induire l'usager en erreur en un point précis (courbe, intersection, perspective) et contribuer au déroulement d'un accident. Ce type de défaut peut en général être déduit de l'analyse de la situation (vision locale).
- par influence indirecte : les caractéristiques de l'infrastructure incitent les usagers à adopter des comportements inadaptés à la situation (vitesse, dépassement, anticipation, ...), eux-mêmes facteurs d'accidents. Ce type de défaut nécessite une analyse fine à la fois du déroulement des accidents et de la situation (analyse paysagère à l'échelle de l'itinéraire).

7.3.4 Définition des objectifs généraux d'assainissement

L'étape suivante consiste à définir les objectifs de l'assainissement. Le tableau 4 donne des exemples d'objectifs liés aux aménagements paysagers ainsi que les catégories de mesures associées :

Tableau 4 : exemples d'objectifs d'assainissement et catégories de mesures

Groupe	Défaut	Objectifs généraux (exemples)	Catégorie de mesures
1. Visibilité	1.1 Visibilité du tracé	Assurer des distances de visibilité suffisantes (courbes, carrefours, obstacles, entre usagers, ...)	Entretien
	1.2 Visibilité de l'équipement	Améliorer la visibilité Dégager la signalisation	Entretien
2. Lisibilité	2.1 Lisibilité des courbes	Souligner la présence Guider le regard Suggérer le tracé	Aménagement
	2.2 Lisibilité des carrefours	Suggérer la présence Souligner l'agencement des embranchements	Aménagement
	2.3 Lisibilité de l'itinéraire	Donner des repères visuels et des références Rythmer l'itinéraire, aménager le champ de vision pour les utilisateurs Améliorer la cohérence (avec l'environnement, le long de l'itinéraire, ...)	Aménagement
3. Conditions environnementales	3.1 Conditions de circulation	Protéger la route et les usagers (vent, neige, feuilles mortes, branches, ...)	Aménagement Entretien
	3.2 Conditions particulières de visibilité	Donner des repères visuels Masquer les sources d'éblouissement Soutenir l'activité de conduite	Aménagement
4. Aménagements latéraux	4.1 Accotements – plantations	Améliorer la sécurité des accotements	Aménagement Entretien

D'autres objectifs peuvent en outre être intégrés dans la planification des mesures paysagères : objectif d'aménagement (lien au territoire), intégration paysagère d'un projet routier, conservation de la biodiversité, valorisation du paysage existant, agrément d'un itinéraire, ...

Une des difficultés consiste à trouver un équilibre entre les différents objectifs qui sont parfois antagonistes. Elle est illustrée par les deux exemples suivants :

- les arbres constituent des repères visuels mais peuvent également devenir des obstacles rigides potentiellement dangereux. Il est donc préférable de planter des haies basses ou des espèces buissonnantes.
- l'amélioration excessive du guidage visuel (par des plantations par exemple) peut avoir comme conséquence une augmentation des vitesses due à l'amélioration du confort de conduite

Deux catégories de mesures permettent d'atteindre les objectifs généraux présentés dans le tableau 4 :

- les mesures d'entretien : essentiellement destinées à supprimer des problèmes de visibilité
- les mesures d'aménagement : projet utilisant des plantations pour corriger un défaut de l'infrastructure ou un comportement inadapté des usagers

Ces mesures peuvent être combinées à d'autres types d'intervention dans le but d'optimiser l'efficacité globale de l'assainissement (par exemple : correction du tracé, des gabarits, du profil en long ou du revêtement, modification de la signalisation, mesures de gestion du trafic, ...).

7.3.5 Mesures d'entretien

Les végétaux (arbres, buissons, plantes) peuvent constituer, par leur emplacement ou lors de leur développement, des masques à la visibilité et ainsi influencer le niveau de sécurité d'une infrastructure et de ses équipements.

Les mesures d'entretien sont destinées à supprimer ces défauts et à fournir un niveau de service conforme aux normes existantes pour garantir :

- Les distances de visibilité d'arrêt
- Les distances de visibilité en carrefour
- Les distances de visibilité de dépassement
- La performance de l'équipement (signalisation, éclairage, ...)

Elles se concrétisent notamment par les actions suivantes le long des routes :

- Élagage, taille des espèces ligneuses
- Abattage des arbres, remplacement dans certains cas (valeur écologique, patrimoniale, sécurité, déformabilité)
- Fauche des prairies et des talus de routes

La mise en œuvre de ces actions est en général assurée par un plan ou un programme d'entretien (planning, responsabilités, ...).

L'entretien de la végétation le long des routes est déjà appliqué par les propriétaires de routes en Suisse et est un domaine bien documenté. Ce thème n'est par conséquent pas développé plus en détail dans la présente recherche.

7.3.6 Mesures d'aménagement

Il n'existe pas de "solution-type" applicable en fonction des caractéristiques du point à assainir. En effet, les facteurs d'accidents se combinent de manière différente pour chaque point noir, et le contexte, en particulier le paysage, varie fortement le long du réseau routier.

Les solutions doivent être recherchées au cas par cas, selon une approche itérative : partant d'un constat et d'objectifs généraux, les mesures sont élaborées en intégrant à la fois les critères de sécurité routière et des critères liés au territoire (contraintes, synergies). Ce concept général est illustré à la figure 16.

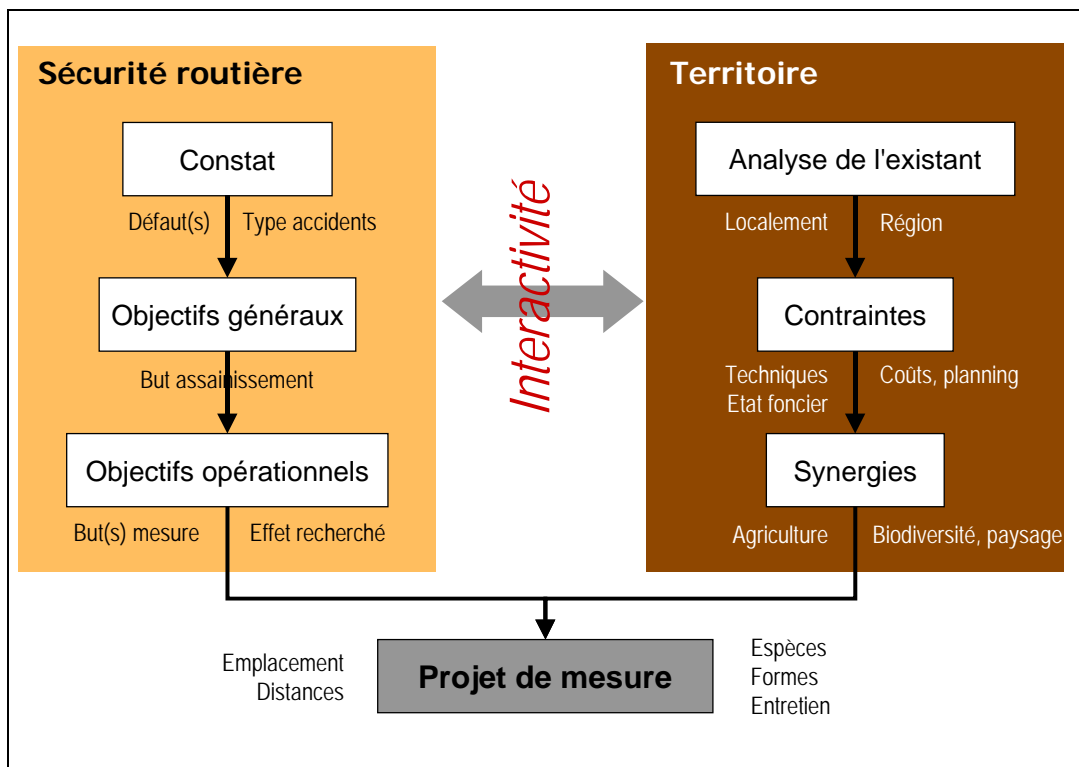


Figure 16 : élaboration d'un projet de mesure d'aménagement

Constat et définition des objectifs généraux

Les défauts déterminants et les objectifs généraux d'assainissement sont déterminés sur la base des statistiques d'accidents et d'un examen de la situation (voir 7.3.3 et 7.3.4).

Définition des objectifs opérationnels

Les objectifs opérationnels permettent de préciser les objectifs généraux et de définir les lignes directrices des mesures d'aménagement, par exemple :

- But de la mesure
- Effet recherché
- Forme, dimensions, contraste
- Emplacement

Analyse de l'existant

L'analyse de l'existant est la première étape de l'intégration d'aspects territoriaux dans le processus d'élaboration de la mesure. Cet inventaire doit être réalisé à deux échelles différentes :

- au niveau du point à assainir : inventaire des conditions locales (aménagements paysagers existants par exemple) et des contraintes
- au niveau local ou régional : recherche et inventaire de configurations ou de structures paysagères existantes pouvant être utilisées pour élaborer une mesure d'aménagement qui réponde aux objectifs de sécurité (p. ex : espèces particulières, formes, localisation, mode d'entretien, ...)

C'est également l'occasion de faire le point sur les fonctions et les usages de la voie (pendulaires, transit, desserte, ...)

Identification des composantes

Les composantes principales dictant la planification de la mesure doivent être identifiées :

- État foncier des parcelles, espace disponible, voisinage
- Conditions locales : modelé de terrain, écoulement des eaux, ensoleillement, ...
- Utilisation du sol (agriculture, terrain privés, nature, paysage,...)
- Critères de planification (coûts, planning, ...)
- Évaluation de l'acceptabilité de la mesure (population, autorités, ...)

Recherche de synergies

La faisabilité d'une mesure peut être renforcée par l'existence de synergies ou d'objectifs complémentaires :

- agriculture : surfaces de compensation écologique donnant droit à des subventions (haies par exemple)
- conservation de la biodiversité : objets de valeur écologique élevée (haies, arbres fruitiers, ...), intégration dans un réseau écologique existant ou à recréer, conservation d'une espèce particulière, ...

- protection du paysage : conservation ou création de structures paysagères particulières (p.ex. alignement d'arbres), intégration de l'infrastructure routière dans le paysage, ...
- aménagement du territoire : redéfinition des limites parcellaires dans le cadre d'un projet d'amélioration foncière, intégration des usages locaux sur et aux abords de la voie, modification ou extension des périmètres d'urbanisation, ...

Projet de mesure

La prise en compte des objectifs, des contraintes et des synergies conduit à la version définitive de la mesure d'aménagement :

- implantation (emplacement, distances, ...)
- formes (plantations, terrain, ...)
- espèces
- mode d'entretien
- planning de mise en œuvre
- effet attendu sur la sécurité de l'infrastructure routière (à court terme, évolution au cours du temps et des saisons, ...)

Les objectifs "annexes" des plantations pour la sécurité (cf. tableau 4, points 3 et 4) peuvent également représenter des contraintes dont il faut tenir compte lors de l'élaboration d'une mesure d'aménagement :

- effets annexes positifs : protection contre le vent, protection contre la formation de congères, protection contre l'éblouissement, amélioration de la visibilité de nuit ou par temps de brouillard ou de pluie, ...
- effets annexes négatifs : problématique des obstacles latéraux (voir 3.5), effet de l'ombre portée sur la chaussée (humidité, verglas, feuilles mortes), ...

Dans la mesure du possible, il faut travailler à l'échelle de l'itinéraire, par exemple pour identifier de manière exhaustive les facteurs d'accident mais également pour valider la pertinence d'une mesure d'aménagement ponctuelle et éviter les risques de transfert du problème à l'amont ou à l'aval du point à assainir.

Cette échelle de travail permet également de traiter les questions de rythme de l'itinéraire et de transition entre les séquences paysagères. Une alternance entre séquences "de confort" et séquences "contraignantes" contribue à maintenir l'attention de l'automobiliste et améliore donc sa performance de conduite :

- Séquences confort : degré apparent de difficulté facile, le conducteur est relâché et détendu
- Séquences contraintes : la conduite nécessite une attention soutenue (carrefours, nombreuses informations à intégrer, tracé sinueux), le conducteur agit avec concentration et prudence

L'enjeu pour l'aménagiste est alors de faire coïncider le degré de confort ressenti sur un tronçon, et donc la vigilance des conducteurs, avec la probabilité qu'un danger survienne [16].

7.3.7 Exemples de mesures d'aménagement

Le but des exemples présentés ci-dessous est d'illustrer les résultats auxquels peut aboutir la démarche présentée plus haut pour améliorer un défaut de lisibilité. Ils ne doivent en pas être considérés comme des solutions standard applicables à d'autres cas similaires. Ils ont pour vocation principale de suggérer des solutions et de donner des pistes de réflexion.

Tableau 5 : exemple de mesures d'aménagement en courbes





Lisibilité des courbes	
<p>Situation : courbe de faible rayon, consécutive à un tronçon rectiligne, située dans une plaine</p> <p>Défaut déterminant : mauvaise lisibilité, absence de repère visuels</p> <p>Objectifs généraux : souligner la présence, guider le regard, suggérer le tracé</p> <p>Objectifs opérationnels : aménager des repères visuels à l'extérieur de la courbe</p>	
<p>Mesure – variante 1</p> <p>Plantation d'arbres d'alignement</p> <p>Respect de distances de plantation par rapport à la chaussée conformes à la fonction de la route</p>	
<p>Mesure – variante 2</p> <p>Plantation d'une haie arborescente</p> <p>Respect de distances de plantation par rapport à la chaussée conformes à la fonction de la route</p> <p>Prise en compte des qualités de "déformabilité" des espèces buissonnantes</p>	
<p>Mesure – variante 3</p> <p>Plantation de buissons isolés</p> <p>Respect de distances de plantation par rapport à la chaussée conformes à la fonction de la route</p> <p>Prise en compte des qualités de "déformabilité" des espèces buissonnantes</p>	

Tableau 6 : exemple de mesures d'aménagement d'un carrefour

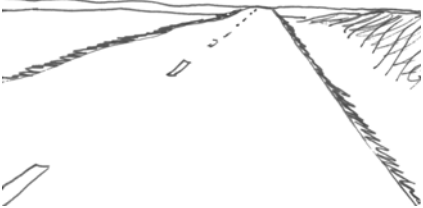
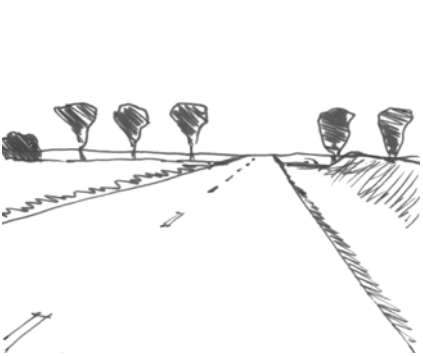

Lisibilité des intersections	
<p>Situation : intersection à angle droit avec une route secondaire, située dans une plaine</p> <p>Défaut déterminant : mauvaise lisibilité, l'identification de l'événement est difficile</p> <p>Objectifs généraux : suggérer la présence, souligner l'agencement des embranchements</p> <p>Objectifs opérationnels : aménager des repères visuels le long des voies non prioritaires</p>	
<p>Mesure – variante 1</p> <p>Plantation d'arbres d'alignement</p> <p>Evaluation de la situation pour toutes les voies d'accès au carrefour (exemple : éviter une impression de continuité sur une route secondaire)</p> <p>Respect des distances de visibilité</p>	
<p>Mesure – variante 2</p> <p>Plantation d'une haie</p> <p>Evaluation de la situation pour toutes les voies d'accès au carrefour (exemple : éviter une impression de continuité sur la route secondaire)</p> <p>Respect des distances de visibilité</p>	

Tableau 7 : exemple de mesures d'aménagement lors d'un rupture de pente

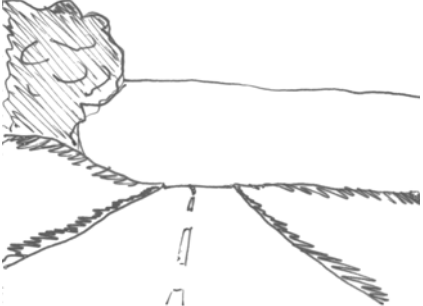

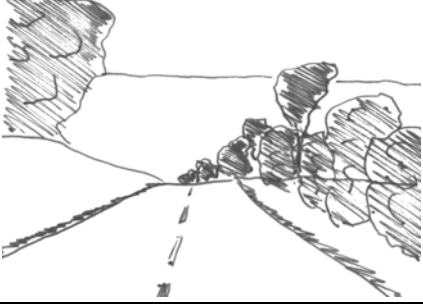
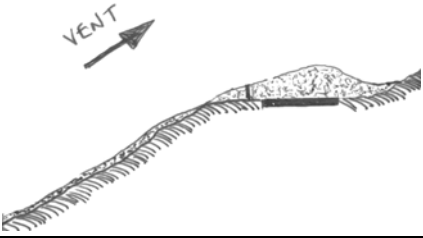
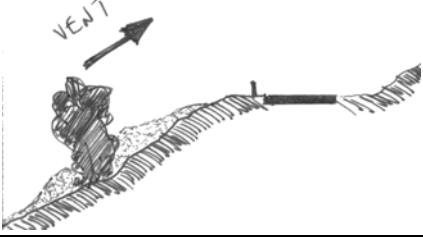
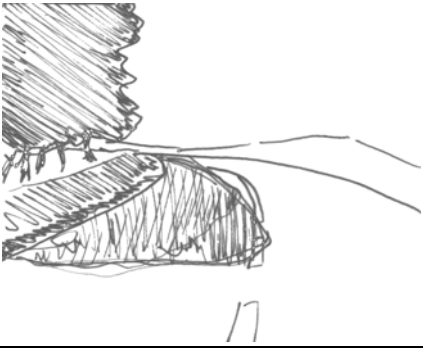

Lisibilité lors de rupture de pente	
<p>Situation : virage situé après une rupture de pente</p> <p>Défaut déterminant : mauvaise lisibilité, l'anticipation de l'événement est difficile</p> <p>Objectifs généraux : suggérer la présence, donner des repères visuels, souligner la topographie et la courbe</p> <p>Objectifs opérationnels : aménager des repères visuels à l'extérieur de la courbe</p>	
<p>Mesure – variante 1</p> <p>Plantation d'arbres d'alignement</p> <p>Respect de distances de plantation par rapport à la chaussée conformes à la fonction de la route</p>	
<p>Mesure – variante 2</p> <p>Plantation d'une haie</p> <p>Respect de distances de plantation par rapport à la chaussée conformes à la fonction de la route</p> <p>Prise en compte des qualités de "déformabilité" des espèces buissonnantes</p>	

Tableau 8 : effets annexes des aménagements paysagers

Effets annexes : protection contre la formation de congères	
<p>Situation : tronçon exposé au vent, précipitations de neige importantes en hiver</p> <p>Défaut déterminant : accumulation périodique de neige, formation de congères</p> <p>Objectifs généraux : protéger la route et les usagers</p> <p>Objectifs opérationnels : aménager un écran</p>	
<p>Mesure</p> <p>L'aménagement d'un écran végétal permet de déplacer la zone d'accumulation de neige et de libérer la route.</p>	
Effets annexes : ombre portée sur la chaussée	
<p>Situation : présence de végétation dense à l'intérieur d'une courbe, création d'une zone d'ombre</p> <p>Défaut déterminant : présence prolongée de verglas en hiver, dégradation locale de l'adhérence du revêtement (humidité, feuilles mortes)</p> <p>Objectifs généraux : protéger les usagers</p> <p>Objectifs opérationnels : supprimer l'écran végétal</p>	
<p>Mesure</p> <p>La suppression de l'écran végétal permet l'ensoleillement de la chaussée rend les conditions de circulation plus homogènes</p>	

7.4 Audits de sécurité routière

7.4.1 Instruments généraux

Les audits de sécurité routière correspondent à une démarche proactive d'identification des risques au niveau des infrastructures routières. Les véhicules et les conducteurs, les deux autres composants du système, sont eux déjà soumis à des contrôles préventifs (expertise, permis de conduire, ...).

Un audit de sécurité routière (Road safety audit) est une procédure systématique d'examen du niveau de sécurité d'un projet d'infrastructure routière. Elle s'appuie sur l'accumulation d'expériences et sur les enseignements tirés d'analyses de sécurité antérieures pour appliquer les mesures correctives adaptées [1].

L'examen du projet pour les phases suivantes de conception permet d'optimiser l'efficacité de la procédure :

- Programme de l'infrastructure, définition des objectifs
- Avant-projet
- Projet de détail et exécution
- Mise en service
- Suivi périodique après l'ouverture (routes existantes)

La réalisation d'inspections après la mise en service a l'avantage de permettre la prise en compte de la perception réelle des usagers. Les éventuels défauts se traduisent alors par des accidents ou des indices d'accidents (presqu'accidents, traces, bris de verre).

Il est en général recommandé de confier la responsabilité de l'audit de sécurité à un expert, ou de préférence à un groupe d'experts pluridisciplinaire, indépendant du maître de l'ouvrage et des auteurs du projet.

La conduite de l'audit suit en général la démarche suivante :

- Désignation d'un groupe d'experts / d'un auditeur
- Définition de l'objet soumis à l'audit (limites de l'analyse)
- Analyse des données disponibles (plans, caractéristiques, ...)
- Vision locale, si possible sous différentes conditions (vitesse et sens de déplacement, de jour, de nuit, conditions météorologiques, ...)
- Evaluation du niveau de sécurité
- Proposition de mesures correctrices
- Consignation écrite des observations, communication

La démarche suivante a été proposée dans une étude de l'ETHZ pour évaluer l'impact en matière de sécurité routière [37] :

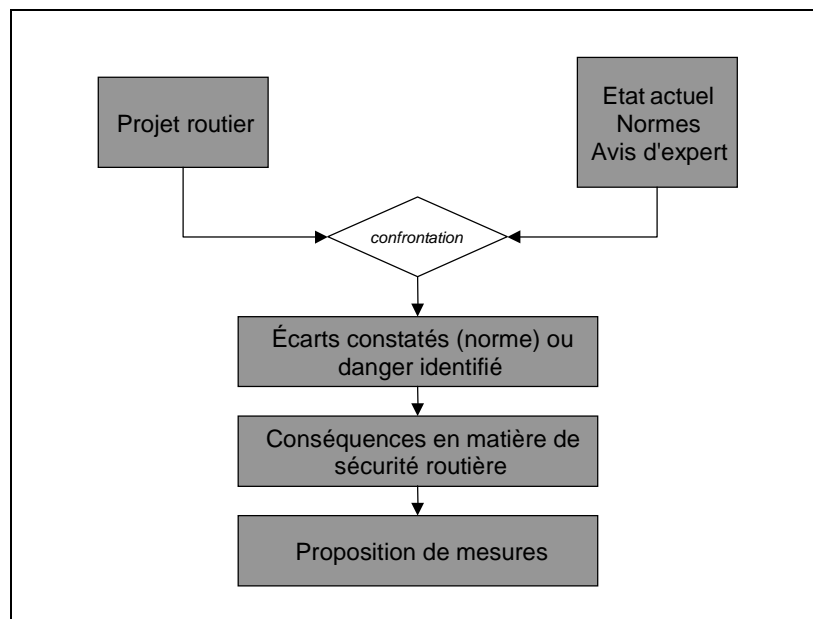


Figure 17 : principe d'un audit de sécurité routière

L'évaluation du niveau de sécurité d'une infrastructure est effectuée :

- en comparant les caractéristiques du projet avec des normes ou des valeurs légales, lorsqu'elles existent
- en identifiant l'évolution des caractéristiques par rapport à un état existant et en évaluant les conséquences possibles en matière de sécurité (modification de route)
- en se basant sur des cas similaires, son expérience et son interprétation (avis d'expert, littérature)

Le projet de norme SN 640 012 "Audit de sécurité routière (ASR)" décrit la procédure à suivre pour l'audit des projets routiers [26]. Il ne comprend pas de listes de points à contrôler, mais de telles listes seront établies ultérieurement, comme outils auxiliaires pour la mise en œuvre de la norme. Les listes de contrôle figurant dans le présent rapport pourront s'intégrer dans ces documents auxiliaires. De manière générale, en matière d'audits de sécurité routière, les auteurs de la norme souhaitent privilégier une approche analytique impliquant une réflexion approfondie et éviter des checklist de type oui/non. Selon le BPA, il est prévu qu'une formation de 5 jours soit dispensée pour les auditeurs, à l'EPFZ dans un premier temps, puis à l'EPFL.

7.4.2 Liste de contrôle "paysage"

Des supports de travail destinés aux auditeurs ont été développés dans différents pays sous forme de listes de contrôle, notamment en France [27], en Allemagne [30], au Danemark [32] et au Royaume-Uni [33]. En Suisse, les détails de la procédure et la documentation relative aux audits doivent encore être précisés. Une liste de contrôle uniformisée doit notamment être définie.

Cette liste a pour but de fournir un aide-mémoire pour les éléments à évaluer, ou à contrôler, et qui ont un lien avec le paysage. Il reprend les considérations développées dans la première partie du rapport et pourrait servir de base à l'élaboration d'une liste de contrôle "suisse". Comme précisé plus haut dans le rapport, le domaine d'application de la liste ci-dessous est le milieu interurbain.

Les points abordés dans la liste de contrôle proposée peuvent être traités à différentes étapes d'avancement du projet et peuvent également concerner le réseau routier existant. Ils sont également applicables à l'analyse accidentologiques. La pertinence des questions et le niveau de détail des réponses dépend de la phase d'avancement du projet et est laissée à l'appréciation de l'auditeur.

Tableau 9 : *liste de contrôle "paysage" lors d'un audit de sécurité routière ou d'une analyse accidentologique en milieu interurbain – tronçon rectiligne*

Objet	Thème	Point à évaluer ou vérifier
Tronçon rectiligne	Visibilité	<p>Absence de masques à la visibilité (autres usagers, obstacles) causés par les aménagements paysagers (végétation, talus, ...)</p> <p>Absence d'entraves à l'efficacité de l'équipement causées par la végétation (balisage, signalisation, éclairage)</p> <p>Présence d'aménagements paysagers ou d'une configuration topographique permettant d'éviter une baisse de concentration induisant des vitesses trop élevées</p>
	Lisibilité	<p>Cohérence de "l'image" de la route avec sa fonction réelle</p> <p>Cohérence des aménagements paysagers avec ceux du réseau routier existant (transition à l'amont et à l'aval du tronçon, aux points de raccordement)</p> <p>Perception et compréhension suffisante du tracé par les usagers, confort visuel</p> <p>Absence de perspectives trompeuses ou d'effets optiques indésirables</p> <p>Variation adéquate du rythme le long de l'itinéraire (défilement des séquences paysagères), diversité des structures latérales, profondeur du champ de vision</p>
	Aménagements latéraux	<p>Distance suffisante des obstacles latéraux par rapport à la limite de la chaussée (arbres, murs, poteaux) ou présence d'un ouvrage de protection (glissières de sécurité)</p> <p>Configuration des aménagements latéraux non agressive (talus, dépressions latérales, fossés, ...) ou présence d'un ouvrage de protection (glissières de sécurité)</p>
	Evolution	<p>Evolution prévisible des aménagements paysagers (croissance, saisonnalité, entretien) et impact sur la sécurité à l'état futur</p> <p>Sécurité lors des travaux d'entretien (fauches, taille, ...)</p>

Tableau 10 : liste de contrôle "paysage" lors d'un audit de sécurité routière ou d'une analyse accidentologique en milieu interurbain – courbes et intersections

Objet	Thème	Point à évaluer ou vérifier
Courbes	Visibilité	Absence de masques à la visibilité (autres usagers, obstacles) causés par les aménagements paysagers (végétation, talus, ...) Absence d'entraves à l'efficacité de l'équipement causées par la végétation (balisage, signalisation, éclairage)
	Lisibilité	Identification de l'événement suffisamment précoce par les usagers, en fonction de la vitesse d'approche de l'événement (rupture visuelle suffisante) Configuration permettant une compréhension correcte de la situation (distances, courbure, longueur) et entraînant un comportement adapté Absence de perspectives trompeuses ou d'effets optiques indésirables
	Aménagements latéraux	Distance suffisante des obstacles latéraux par rapport à la limite de la chaussée (arbres, murs, poteaux) Configuration des aménagements latéraux non agressive (talus, dépressions latérales, fossés, ...)
	Evolution	Evolution prévisible des aménagements paysagers (croissance, saisonnalité, entretien) et impact sur la sécurité à l'état futur Sécurité lors des travaux d'entretien (fauches, taille, ...)
Intersections	Visibilité	Absence de masques à la visibilité (autres usagers, obstacles) causés par les aménagements paysagers (végétation, talus, ...) Absence d'entraves à l'efficacité de l'équipement causées par la végétation (balisage, signalisation, éclairage)
	Lisibilité	Identification de l'événement suffisamment précoce par les usagers, en fonction de la vitesse d'approche de l'événement (rupture visuelle suffisante) Configuration permettant une compréhension correcte de la situation (distances, organisation spatiale, priorités) et entraînant un comportement adapté, depuis chaque branche de l'intersection Absence d'effets optiques indésirables (impression de continuité pour une voie secondaire par exemple),
	Aménagements latéraux	Distance suffisante des obstacles latéraux par rapport à la limite de la chaussée (arbres, murs, poteaux) Configuration des aménagements latéraux non agressive (talus, dépressions latérales, fossés, ...)
	Evolution	Evolution prévisible des aménagements paysagers (croissance, saisonnalité, entretien) et impact sur la sécurité à l'état futur Sécurité lors des travaux d'entretien (fauches, taille, ...)

Tableau 11 : liste de contrôle "paysage" lors d'un audit de sécurité routière ou d'une analyse accidentologique en milieu interurbain – conditions environnementales

Objet	Thème	Point à évaluer ou vérifier
Conditions environnementales	Conditions de circulation	Protection des usagers sur les tronçons soumis à des vents latéraux particulièrement forts et fréquents Protection de la route sur les tronçons soumis à une accumulation de neige et à la formation de congères Evaluation des conséquences pour la sécurité routière de l'ombre portée par les plantations sur la chaussée (verglas, humidité, feuilles mortes, ...)
	Conditions de visibilité	Protection des usagers contre l'éblouissement provoqué par le soleil ou les phares d'autres véhicules Evaluation de l'utilisation des aménagements paysagers pour améliorer la perception de nuit, par temps de brouillard ou de pluie

L'évaluation de l'ensemble des aspects évoqués dans les tableaux 9 à 11 ci-dessus doit permettre à l'auditeur de détecter les défauts principaux liés à la lisibilité de la route et aux aménagements paysagers ainsi que de proposer des pistes possibles d'amélioration.

Les observations seront consignées dans un rapport d'audit destiné au maître de l'ouvrage. Les propositions ou les ébauches de mesures formulées par l'auditeur seront également décrites dans ce document.

8. CONCLUSION

Objectif de la recherche

L'adaptation de l'infrastructure routière est l'une des voies d'action du programme d'amélioration de la sécurité routière "Via sicura", dont l'objectif est d'abaisser le nombre de tués annuellement sur les routes en dessous de 300 d'ici à 2010.

L'objectif de la présente recherche est de déterminer le rôle des aménagements paysagers en matière de sécurité routière, en particulier en relation avec la lisibilité de l'infrastructure. Les différents contacts pris ont montré que cette notion est peu développée et peu prise en considération en Suisse.

Résultats

La recherche bibliographique menée dans le cadre du présent projet de recherche a confirmé que l'aménagement du paysage possède un potentiel réel pour améliorer la sécurité des infrastructures routières. La majorité des accidents de la route fait en effet intervenir le comportement humain. Celui-ci traduit le résultat de l'interprétation des informations que le conducteur prélève dans l'environnement routier. La compréhension correcte d'une situation de conduite est donc un élément déterminant que les aménagements paysagers peuvent contribuer à améliorer.

Les études de cas menées dans plusieurs cantons ont fourni des arguments plaçant également dans le sens de l'hypothèse de travail, sans toutefois établir de lien univoque entre les aménagements paysagers et le déroulement d'accidents. Selon les principes de l'accidentologie, il n'est d'ailleurs pas souhaitable de vouloir expliquer un accident par la présence ou l'absence d'un élément isolé. Chaque cas est unique et demande une compréhension de la dynamique du déroulement de l'accident.

Il n'a en revanche pas été possible de quantifier les effets des aménagements paysagers sur le comportement des usagers ou sur l'accidentologie d'un tronçon routier. Les recherches menées dans d'autres pays européens se heurtent à des difficultés similaires. En effet, l'évaluation des conséquences des améliorations apportées à un tronçon sur l'accidentologie demande un suivi statistique à long terme. Il est tout au plus possible de mesurer à court terme l'influence des aménagements sur les vitesses. Par conséquent, les conclusions de la recherche prennent la forme d'une proposition de démarche générale plutôt que d'une liste de solutions concrètes applicables directement par les concepteurs de projets routiers (objectif initial).

Les résultats obtenus montrent qu'une approche normative paraît peu adaptée à la mise en application du thème de la recherche.

Propositions pour l'intégration des aspects paysagers dans les questions de sécurité routière

L'inventaire des défauts potentiels d'une route liés au paysage montre que ceux-ci peuvent être regroupés en quatre catégories : défauts de visibilité, défauts de lisibilité, défauts liés aux conditions environnementales ou aux aménagements latéraux.

Les mesures qui permettent de corriger ou de prévenir ces défauts sont de deux types : les mesures d'entretien, aujourd'hui déjà largement prises en compte par les propriétaires de routes, ainsi que les mesures d'aménagement. Ces dernières sont destinées principalement à l'amélioration de la lisibilité de la route : suggérer la présence d'un carrefour, souligner une courbe ou la topographie, donner des repères visuels aux usagers.

La démarche proposée pour l'élaboration de mesures d'aménagement vise à établir un lien entre le territoire, l'infrastructure routière et les objectifs de sécurité. Cela nécessite une approche itérative et pluridisciplinaire pour planifier des mesures efficaces et cohérentes répondant aux objectifs de sécurité initiaux. La recherche de synergies (agriculture, écologie, conservation du patrimoine) pourrait de plus représenter un avantage pour la mise en œuvre et le financement des mesures.

Les approches proactives ont également prouvé leur efficacité, même si le résultat est souvent plus difficile à démontrer que pour une mesure d'assainissement. Les audits de sécurité appliqués à des projets routiers (road safety audit) sont en plein essor en Europe et devraient également être développés en Suisse dans le futur (cf. projet de norme SN 640 012 "Audit de sécurité routière (ASR) [26]). Ils se basent sur les connaissances actuelles et l'expérience acquise dans d'autres projets pour anticiper la création de configurations accidentogènes. La liste de contrôle "paysage" proposée pourra servir de base lors du développement de cette approche préventive en Suisse et également dans le cadre des analyses accidentologiques au sens de la norme SN 640 010 [57].

Recommandations relatives à la poursuite de la recherche

Il semble important d'introduire ou de développer la notion de lisibilité de la route en Suisse de manière générale, ceci d'autant plus que l'expérience dans ce domaine fait encore défaut. Le suivi de la réalisation de projets concrets permettrait de documenter le thème et de cibler les actions les plus efficaces. Les projets de recherche et les réalisations effectués à l'étranger devront dans ce but être suivis avec attention, par exemple par la poursuite des échanges avec les pays voisins (journées de rencontre et d'échanges).

Les points suivants restent peu ou insuffisamment documentés et nécessitent des recherches supplémentaires :

- Quantification de l'efficacité des mesures d'aménagement paysager sur la sécurité routière : mesure des effets sur le comportement des usagers, mesure des effets sur l'accidentologie, analyse coûts / bénéfiques, maintien des effets à long terme (durabilité)

- Quantification du rôle de la configuration du tracé dans la lisibilité de l'infrastructure : gabarits, succession des éléments (combinaisons entre profil en long, courbes, tronçons rectilignes, intersections, ...)
- Poursuite de la procédure d'application d'audits de sécurité pour les projets routiers ainsi que pour le réseau existant : définition des principes et des responsabilités, établissement d'aides à l'exécution (directives, recommandations, normes), formation de spécialistes, ...
- Application de la notion de lisibilité en milieu urbain (portes des agglomérations, traversées de localités) : liste de mesures possibles, analyse coûts-bénéfices, ...

L'intégration de spécialistes ou d'experts (paysagistes, psychologues, accidentologues) dans les équipes de recherche, de projeteurs ou d'auditeurs paraît indispensable pour obtenir des résultats concrets ainsi que les retours d'expérience nécessaires à la progression des connaissances sur ce thème.

9. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ouvrages généraux sur la sécurité routière :

- [1] Manuel de sécurité routière, Association mondiale de la route (AIPCR), 2003
- [2] Sécurité des routes et des rues, SETRA-CETUR, septembre 1992

Paysage, sécurité, accidentologie, comportement :

- [3] Accidents en courbes et caractéristiques de l'infrastructure, Séminaire caractéristiques routières et sécurité, Laboratoire central des ponts et chaussées mai 2005
- [4] Effects of cognitive road classification on driving behaviour, rapport sectoriel du projet MASTER, VTT Communities & Infrastructure (Finland), 1998
- [5] Elaboration des fondements d'une politique nationale de sécurité routière (VESIPO), rapport final, OFROU 2002
- [6] Einfluss der Seitenraumbepflanzung und Straßenraumgestaltung auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmer und auf die Sicherheit im Straßenverkehr an Außerortsstraßen, Prof. Lippold, Technische Universität Dresden, 2002
- [7] Hinweise zur Verkehrslenkung und optischen Orientierung durch Bepflanzung an Bundes- und Landesstrassen im Land Brandenburg (HVO), Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr 2002
- [8] Human factors in road design : a way to self-explaining roads, S. Birth, Séminaire AIPCR, Pékin 2005
- [9] Infrastructures et sécurité routière, la perception visuelle dans le brouillard, Laboratoire central des ponts et chaussées 2002
- [10] La lecture sensible du paysage, un outil d'analyse des enjeux du territoire, note d'information SETRA 2002
- [11] La proximité au secours du territoire ? Vers des autoroutes apaisées, Syndicat mixte pour l'élaboration et le suivi du schéma directeur de la région grenobloise, actes du colloque du 4 novembre 2005
- [12] La route autrement – Concevoir des routes incitant à une conduite apaisée, Direction générale des routes, actes du colloque du 9 mars 2006
- [13] Le paysage et la route, Direction des routes, document de travail, juillet 2003
- [14] Le temps des rues, vers un nouvel aménagement de l'espace rue, Institut de recherche sur l'environnement construit (IREC-EPFL) 1990
- [15] Managing Speeds of Traffic on European Roads (MASTER), final report, VTT Communities & Infrastructure (Finland), 1998
- [16] Paysage et lisibilité, approches "Paysage et sécurité routière", SETRA, septembre 2003
- [17] Perception par les usagers des critères de qualité, de sécurité du réseau routier et appréciation du type de routes, enquête SETRA, avril 2005
- [18] Potentielle Gefahrenstellen, rapport de recherche VSS, Basler & Hofmann Zürich, Dezember 2001
- [19] Requalification de la RC 401 entre Grandson et Vaumarcus (VD), Charte paysagère et Plans généraux d'intervention, Groupement "l'impasse ou l'échappée" avril 2004
- [20] Rural road safety, A literature review, Scottish executive social research 2005

- [21] Sécurité et diminution des accidents, Promotion Of Results in Transport Research And Learning (PORTAL), support de cours 2003
- [22] Signalisation routière et comportement des usagers de la route, Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2000
- [23] Traitement des obstacles latéraux sur les routes principales hors agglomération, guide technique, SETRA 2002
- [24] Traitement paysager d'un parcours routier, l'exemple de l'antenne de Balbigny, note d'information SETRA, février 1989
- [25] Via sicura - Programme d'action de la Confédération visant à renforcer la sécurité routière, OFROU 2005

Audits de sécurité routière

- [26] Audit de sécurité routière (ASR), projet de norme SN 640 012, VSS, 28.11.2006
- [27] Contrôle de sécurité des projets routiers, audit avant mise en service, guide méthodologique, SETRA 2003
- [28] Démarche SURE, diagnostic de l'itinéraire et pistes d'actions, guide méthodologique, SETRA décembre 2005
- [29] Démarche SURE, étude d'enjeux de sécurité routière pour la hiérarchisation des itinéraires, guide méthodologique, SETRA novembre 2005
- [30] Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Strassen (ESAS), Forschungsgesellschaft für Stassen- und Verkehrswesen, Köln 2002
- [31] La démarche SURE, pour améliorer la sécurité des routes existantes, la lettre du SETRA n°9, novembre 2004
- [32] Manual of road safety audit, Road directorate (Danemark), édition 1997
- [33] Road safety audit guidelines, National roads authority, Dublin, 2004
- [34] Road safety audit, European Transport safety council (ETSC) Fact sheet 2005
- [35] Road safety audits, US National highway institute, plaquette de présentation
- [36] Sécurité des usagers sur les routes existantes (SURE), P. Chambon, F. Ganneau, présentation SETRA octobre 2005
- [37] Verkehrssicherheitsbeurteilung (VSB), HP Lindenmann, M. Doerfel, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, ETHZ, Dezember 2002

Statistiques d'accidents

- [38] Accidents de la circulation routière en Suisse, statistique 2004, Office fédéral de la statistique 2005
- [39] Accidents de la circulation routière, liste des causes et influences possibles en fonction du lieu de l'accident, Office fédéral de la statistique 2006
- [40] Accidents de la circulation routière survenus dans le canton du Jura en 2004, Police cantonale, groupe accidents, janvier 2005
- [41] Accidents de la circulation routière, réseau routier Neuchâtelois, accidents 1996-2000, Office des routes cantonales, février 2001
- [42] Réseau des routes cantonales, taux d'accidents selon SN 640 009, Période d'analyse 1999-2001, Service des routes du canton de Vaud

Sites internet

- | | |
|---|---|
| [43] AIPCR – Association mondiale de la route | http://www.piarc.org |
| [44] Dutch national road safety research institute | http://www.swov.nl |
| [45] ETSC - European Transport Safety Council | http://www.etsc.be/ |
| [46] INRETS – Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité | http://www.inrets.fr/ |
| [47] LCPC – Laboratoire central des ponts et chaussées | http://www.lcpc.fr |
| [48] Le concept de paysage, thèse de doctorat de l'Université de Liège | http://www.geoeco.ulg.ac.be/lmg/articles/paysage/cdrom-paysage/roues.htm |
| [49] Sécurité des usagers sur les routes existantes (SURE) | http://www.sure.equipement.gouv.fr/ |
| [50] SETRA – Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes | http://www.setra.fr |
| [51] Site dédié à la sécurité routière en France | http://www.securite-routiere.org/ |
| [52] Technische Universität Dresden - Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen | http://www.strassenentwurf.tu-dresden.de/ |
| [53] Via sicura | http://www.viasicura.ch |
| [54] Conseil de l'Europe | http://www.coe.int/ |

Normes et législation

Législations cantonales sur les routes

- [55] SN 640 006 Exploitation des accidents de la circulation routière
- [56] SN 640 009 Accidents de la circulation, localisation et classement des accidents (points noirs)
- [57] SN 640 010, Accidents de la circulation – analyse des accidents et analyse sommaire des dangers et du risque
- [58] SN 640 090 Projet, bases, Distances de visibilité
- [59] SN 640 273 Carrefours, visibilité
- [60] SN 640 660 Espaces verts, bases
- [61] SN 640 661 Espaces verts, élaboration des projets
- [62] SN 640 675 Plantation exécution, arbres et arbustes, choix des espèces
- [63] SN 640 677 Arbres d'alignement
- [64] SN 640 678 Arbres d'alignement, choix des essences
- [65] SN 640 775 Service hivernal, pare-neige

ANNEXE

Résumé allemand du rapport (version longue)

Forschungsprojekt VSS2003/602
Strassensicherheit : Bedeutung der
Landschaftsgestaltung für die Lesbarkeit der
Strasse
Zusammenfassung des Schlussberichts

1. RAHMEN UND ZIEL DES FORSCHUNGSPROJEKTS

Die Anpassung der Strasseninfrastruktur ist ein Vorschlag unter verschiedenen, wie das Programm zur Verbesserung der Verkehrssicherheit „Via sicura“ die Zahl der Verkehrstoten bis 2010 auf weniger als 300 pro Jahr verringern will.

Ein Mittel die Sicherheit der Strasse zu erhöhen, ist die Verbesserung ihrer Lesbarkeit: Das heisst, ihrer Eignung, sich den Verkehrsteilnehmenden verständlich zu machen. Ein klares Bild des Strassenraumes soll sie dazu bringen, sich insbesondere in Bezug auf Geschwindigkeit, Linienwahl und Vortrittsregelung situationsgerecht zu verhalten.

Der Begriff der Lesbarkeit wird in dieser Studie wie folgt definiert:

Lesbar ist eine Strasse dann, wenn ihre wesentlichen Bestandteile jedem Verkehrsteilnehmenden ein richtiges, leicht und rasch verständliches Bild darüber vermitteln, wie sie beschaffen ist, wie sie genutzt werden kann, welches Verhalten erwartet wird und wie sich andere Verkehrsteilnehmende möglicherweise verhalten.

Die Lesbarkeit der Strasse wird nicht nur durch den Oberbau und seine technische Ausgestaltung (Streckenführung, Markierung, Signalisation), sondern auch durch die Gestaltung der Umgebung beeinflusst. Ihr Einfluss auf die Lesbarkeit der Strasse und damit auf die Sicherheit der Verkehrsteilnehmenden ist in der Schweiz noch kaum dokumentiert. Aus diesem Grund schlug die VSS Kommission (EK 6.04) ein Forschungsprojekt zu diesem Themenkreis vor.

Ziel des Forschungsprojekts VSS2003/602 *Sécurité routière : importance du paysage dans la lisibilité de la route* ist es zu ermitteln, welche Rolle die Landschaftsgestaltung bei der Strassensicherheit insbesondere in Bezug auf die Lesbarkeit der Infrastruktur spielt.

2. VERLAUF DES FORSCHUNGSPROJEKTS

Das Forschungsprojekt durchlief die folgenden Etappen:

- bibliografische Recherche und Analyse der vorhandenen Literatur
- Kontakt mit den von dieser Problematik betroffenen Dienststellen, Organisationen und Personen (in der Schweiz und im Ausland), Teilnahme an internationalen Kolloquien
- Zusammenstellung und Analyse der Unfallstatistiken auf nationaler und kantonaler Ebene

- Fallstudien und Erhebungen vor Ort
- Diskussion der Resultate mit Experten, entweder in direktem Kontakt mit ihnen oder anlässlich eines Workshops
- Ausarbeitung eines Schlussberichts mit Empfehlungen

3. RESULTATE

Die Literaturrecherche, die im Rahmen dieses Forschungsprojekts durchgeführt wurde, bestätigt, dass der Landschaftsgestaltung ein hohes Potenzial zur Verbesserung der Sicherheit der Strasseninfrastrukturen zukommt. Bei den meisten Strassenunfällen steht das menschliche Verhalten im Vordergrund. Dieses wird bestimmt durch die Art und Weise, wie die Fahrzeugführenden die Informationen interpretieren, die sie aus der Strassenumgebung erhalten. Das richtige Lesen einer Fahrsituation ist demnach ein entscheidendes Element, das durch die Gestaltung der Landschaft verbessert werden kann.

Auch die in mehreren Kantonen durchgeführten Fallstudien liefern Argumente zu Gunsten dieser Arbeitshypothese. Sie können jedoch keine eindeutige Verbindung zwischen Landschaftsgestaltung und Unfallverlauf herstellen. Gemäss den Prinzipien der Unfallforschung ist es allerdings auch nicht erwünscht, einen Unfallhergang nur durch das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines einzelnen Elements erklären zu wollen. Jeder Fall ist einzigartig und verlangt nach einer Analyse des Unfallhergangs und des Zusammenwirkens der verschiedenen Faktoren.

Gar nicht möglich ist es, die Auswirkungen der Landschaftsgestaltung auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmenden oder auf die Unfallrate eines Strassenabschnitts zu quantifizieren. Recherchen in anderen europäischen Ländern haben mit ähnlichen Schwierigkeiten zu kämpfen. Eine Analyse, wie sich Verbesserungen in einem Strassenabschnitt auf die Unfallhäufigkeit auswirken, würde eine langfristige statistische Verlaufskontrolle verlangen. Kurzfristig könnte man höchstens den Einfluss der Landschaftsgestaltung auf die Geschwindigkeit messen. Deshalb werden die Schlussfolgerungen dieses Forschungsprojektes nur als generelle Empfehlung zum weiteren Vorgehen formuliert und nicht als Liste konkreter Lösungen, die von den Strassenplanern beispielsweise in Form einer Norm direkt umgesetzt werden könnte.

Aus den Resultaten dieser Studie geht hervor, dass sich ein normativer Ansatz kaum für eine praktische Umsetzung des Forschungsthemas eignet.

4. VORSCHLÄGE ZUR INTEGRATION LANDSCHAFTLICHER ASPEKTE INS THEMA STRASSENSICHERHEIT

Die Liste bestehender oder potenzieller, mit der Umgebung zusammenhängender Mängel einer Strasse zeigt, dass diese in vier Kategorien eingeteilt werden können: ungenügende Sichtverhältnisse, mangelnde Lesbarkeit, Mängel in Zusammenhang mit Umweltbedingungen oder mit der Gestaltung der seitlichen Anlageteile.

Es gibt zwei Arten von Massnahmen, diese Mängel zu korrigieren oder zu verhindern: Unterhaltsmassnahmen, wie sie heute bereits weitgehend von den Strasseneigentümern vorgenommen werden, und Gestaltungsmassnahmen. Diese sind vor allem für die

Lesbarkeit der Strasse wichtig: die Anwesenheit einer Kreuzungssituation betonen, eine Kurve oder die Topografie hervorheben, visuelle Referenzpunkte setzen.

Mit dem Vorgehensvorschlag für die Ausarbeitung von Gestaltungsmaßnahmen soll ein Bezug zwischen Standort, Strasseninfrastruktur und Sicherheitszielen hergestellt werden. Dazu braucht es einen iterativen und fächerübergreifenden Ansatz, der erlaubt, wirksame und kohärente, den ursprünglichen Sicherheitszielen entsprechende Massnahmen auszuarbeiten. Die Suche nach Synergien (Landwirtschaft, Ökologie, Natur- und Landschaftsschutz) könnte zudem für die Umsetzung und die Finanzierung der Gestaltungsmaßnahmen von Vorteil sein.

Die proaktiven Ansätze erweisen sich ebenfalls als wirkungsvoll, auch wenn da das Ergebnis oft schwieriger aufzuzeigen ist als bei einer Sanierungsmaßnahme. Die Sicherheitsaudits (road safety audit), die bei Strassenprojekten zur Anwendung kommen, erleben in Europa einen Aufschwung und sind dabei, sich auch in der Schweiz zu etablieren. Sie stützen sich auf den aktuellen Wissensstand und auf Erfahrungen aus Projekten, und wollen das Entstehen von Konstellationen mit erhöhter Unfallrate verhindern. Die vorgeschlagene Checkliste „Strassenumgebung“ könnte für die Entwicklung dieses präventiven Ansatzes in der Schweiz als Basis dienen (siehe Anhang).

5. EMPFEHLUNGEN ZUR WEITERFÜHRUNG DES FORSCHUNGSPROJEKTS

Vieles spricht dafür, den Begriff der Lesbarkeit der Strasse in der Schweiz einzuführen oder weiter zu entwickeln. Dies umso mehr, als es auf dem Gebiet noch keine Erfahrungen gibt. Eine Begleitung bei der Umsetzung konkreter Projekte würde die Möglichkeit bieten, das Thema zu dokumentieren und Massnahmen wirksam und zielgerichtet durchzuführen. Zu diesem Zweck sind auch die Forschungsprojekte und Umsetzungen im Ausland aufmerksam zu verfolgen, indem beispielsweise der Austausch mit den Nachbarländern (mittels Tagungen zum Austausch von Informationen und Erfahrungen) und insbesondere im Rahmen des Weltstrassenverbands (AIPCR) weitergeführt wird.

Die folgenden Punkte sind noch kaum oder nur ungenügend dokumentiert und benötigen zusätzliche Abklärungen:

- Quantifizierung der Wirksamkeit der Massnahmen zur Landschaftsgestaltung für die Strassensicherheit: Ausmass der Auswirkungen auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmenden und auf die Unfallhäufigkeit, Kosten-Nutzenanalyse, Nachhaltigkeit der Auswirkungen
- Quantifizierung der Rolle der Trasseeführung für die Lesbarkeit der Infrastruktur: Lichtraumprofil, Abfolge der Elemente (Kombination von vertikaler Linienführung, Kurven, geraden Strassenabschnitten, Kreuzungen usw.)
- Ausarbeitung eines Verfahrens für den Sicherheitsaudit (für Strassenbauprojekte und für das bereits bestehende Strassennetz): Festlegen von Grundsätzen und Verantwortlichkeiten, Ausarbeitung von Umsetzungshilfen (Richtlinien, Empfehlungen, Normen), Ausbildung von Fachleuten usw.

- Anwendung des Begriffs der Lesbarkeit im städtischen Bereich (Zugangsverkehr zu den Agglomerationen, Durchgangsverkehr): Liste der möglichen Massnahmen, Kosten-Nutzenanalyse usw.

Der Beizug von Fachleuten (Landschaftsgestaltende, PsychologInnen, Unfallforschende) in die Forschungs-, Planungs- und Auditteams dürfte unumgänglich sein. Denn nur auf diese Weise können konkrete Resultate erzielt und der für die Vertiefung der Kenntnisse auf diesem Gebiet notwendige Erfahrungsaustausch erreicht werden.

Auftragnehmer für das Forschungsprojekt :

biol conseils s.a. (bureau pilote), rue de la Serre 5, CH-2000 Neuchâtel, biolconseils@biolconseils.ch:
B. de Montmollin und David Lehmann

SD Ingénierie Neuchâtel SA, Rue Pré Landry 20, CH-2017 Boudry:
M. Tripet und S. Schneider

ANHANG :

**Checkliste „Strassenumgebung“ für die Strassensicherheitsaudits
im interurbanen Verkehr**

A) Gerader Strassenabschnitt

Gegenstand	Thema	Zu bewerten oder zu überprüfen
Gerader Strassenabschnitt	Sichtbarkeit	Keine durch die Landschaftsgestaltung (Vegetation, Böschung usw.) verursachten Sichtbehinderungen (andere Verkehrsteilnehmende, Hindernisse) Keine Minderung der Wirksamkeit der technischen Installationen durch die Vegetation (Leiteinrichtungen, Signalisation, Beleuchtung)
	Lesbarkeit	Übereinstimmung zwischen Erscheinungsbild der Strasse und ihrer tatsächlichen Funktion Abstimmung der Landschaftsgestaltung auf das bestehende Strassennetz (Übergang von einem zum anderen Strassenabschnitt bei Strassenanschlüssen) Ausreichende Wahrnehmung und Verständlichkeit der Trasse durch die Verkehrsteilnehmenden, Sichtkomfort Keine täuschenden Perspektiven oder unerwünschten optischen Effekte Abwechslung in angemessenem Rhythmus entlang der Wegstrecke (Abfolge der Landschaftssequenzen), Vielfalt der seitlichen Anlagen, Tiefe des Sichtfeldes
	Seitliche Anlagen	Genügend Abstand der seitlichen Hindernisse zum Strassenrand (Bäume, Mauern, Masten) oder Vorhandensein von Schutzbauten (Leitplanken) Keine aggressive Ausführung der seitlichen Anlagen (Böschungen, seitliche Absenkungen, Gräben usw.) oder Vorhandensein von Schutzbauten (Leitplanken)
	Entwicklung	Vorhersehbare Entwicklung der Landschaftsgestaltung (Wachstum, jahreszeitliche Schwankungen, Unterhalt) und ihre Auswirkungen auf die Sicherheit Sicherheit während Unterhaltsarbeiten (Mäh- und Schnittarbeiten usw.)

B) Kurven und Kreuzungen

Gegen- stand	Thema	Zu bewerten oder zu überprüfen
Kurven	Sichtbarkeit	Keine durch die Landschaftsgestaltung (Vegetation, Böschung usw.) verursachten Sichtbehinderungen (andere Verkehrsteilnehmende, Hindernisse) Keine Minderung der Wirksamkeit der technischen Installationen durch die Vegetation (Leiteinrichtungen, Signalisation, Beleuchtung)
	Lesbarkeit	Genügend rasche, auf die Annäherungsgeschwindigkeit des Ereignisses abgestimmte Informationserfassung durch die Verkehrsteilnehmenden (ausreichende Beeinträchtigung des Sichtfeldes) Ausgestaltung der Anlagen, die eine korrekte Erfassung der Situation (Distanzen, Krümmung, Länge) und ein adäquates Verhalten erlaubt Keine täuschenden Perspektiven oder unerwünschten optischen Effekte
	Seitliche Anlagen	Genügend Abstand der seitlichen Hindernisse zum Strassenrand (Bäume, Mauern, Masten) Keine aggressive Ausführung der seitlichen Anlagen (Böschungen, seitliche Absenkungen, Gräben usw.)
	Entwicklung	Vorhersehbare Entwicklung der Landschaftsgestaltung (Wachstum, jahreszeitliche Schwankungen, Unterhalt) und ihre Auswirkungen auf die Sicherheit Sicherheit während Unterhaltsarbeiten (Mäh- und Schnitтарbeiten usw.)
Kreuzungen	Sichtbarkeit	Keine durch die Landschaftsgestaltung (Vegetation, Böschung usw.) verursachten Sichtbehinderungen (andere Verkehrsteilnehmende, Hindernisse) Keine Minderung der Wirksamkeit der technischen Installationen durch die Vegetation (Leiteinrichtungen, Signalisation, Beleuchtung)
	Lesbarkeit	Genügend rasche, auf die Annäherungsgeschwindigkeit des Ereignisses abgestimmte Informationserfassung durch die Verkehrsteilnehmenden (ausreichende Beeinträchtigung des Sichtfeldes) Ausgestaltung der Anlagen, die von jedem Kreuzungsarm aus eine korrekte Erfassung der Situation (Distanzen, Raumorganisation, Vortrittsregelung) und ein adäquates Verhalten erlaubt Keine unerwünschten optischen Effekte (z.B. der Eindruck einer weiterführenden Nebenstrasse)
	Seitliche Anlagen	Genügend Abstand der seitlichen Hindernisse zum Strassenrand (Bäume, Mauern, Masten) Keine aggressive Ausführung der seitlichen Anlagen (Böschungen, seitliche Absenkungen, Gräben usw.)

	Entwicklung	Vorhersehbare Entwicklung der Landschaftsgestaltung (Wachstum, jahreszeitliche Schwankungen, Unterhalt) und ihre Auswirkungen auf die Sicherheit Sicherheit während Unterhaltsarbeiten (Mäh- und Schnitтарbeiten usw.)
--	-------------	---

C) Umgebungsbedingungen

<i>Gegenstand</i>	<i>Thema</i>	<i>Zu bewerten oder zu überprüfen</i>
Umgebungsbedingungen	Verkehrsverhältnisse	Schutz der Verkehrsteilnehmenden auf Abschnitten, die besonders starkem und häufigem Seitenwind ausgesetzt sind Schutz der Strasse auf Abschnitten, die starken Schneeeblagerungen und Schneeverwehungen ausgesetzt sind Abklärung der Auswirkungen des Schattenwurfs von Anpflanzungen auf die Strassensicherheit (Glatteis, Feuchtigkeit, fallende Blätter usw.)
	Sichtverhältnisse	Schutz der Verkehrsteilnehmenden vor Blendung durch die Sonne oder durch die Scheinwerfer anderer Fahrzeuge Beurteilung der Landschaftsgestaltungen im Blick auf eine Verbesserung der Sichtverhältnisse nachts, bei Nebel oder Regen