Ministère de
l'Équipement,
des Transports
et du Logement

SÉCURITÉ DES ROUTES EXPRESS

SYNTHÈSE DES TRAVAUX DU GROUPE DE TRAVAIL

MARS 2001

Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes

Page laissée blanche intentionnellement pour impression recto/verso

SÉCURITÉ DES ROUTES EXPRESS

SYNTHÈSE DES TRAVAUX DU GROUPE DE TRAVAIL

MARS 2001

Service d'Études techniques des routes et Autoroutes

Centre de la Sécurité et des Techniques Routières
46, avenue Aristide Briand - BP100 - 92225 Bagneux Cedex - France
Téléphone : 01 46 11 31 31 - Télécopie : 01 46 11 31 69
Internet : http://www.setra.equipement.gouv.fr

SOMMAIRE

PRÉAMBULE 2

I. PRÉSENTATION DU GROUPE ET DES ÉTUDES 3

I.1 CONTEXTE 3
I.2 OBJECTIFS DU GROUPE DE TRAVAIL 4
I.3 CONSTITUTION DU GROUPE DE TRAVAIL 4
I.4 APPROCHE ET MÉTHODE GÉNÉRALE DES ÉTUDES 4

II. CHAMP DE L'ÉTUDE 5

II.1 UNE SÉLECTION SÉVÈRE : LES CRITÈRES 5
II.2 SECTIONS RETENUES : BEAUCOUP D'APPELÉES, MAIS PEU D'ÉLUES 5
II.3 TRAFIC 6
II.4 PÉRIODE D'ÉTUDE 6
II.5 REPRÉSENTATIVITÉ 6

III. L'INFRASTRUCTURE 7

III.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES 7
III.2 CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES 11
III.3 EQUIPEMENTS 15
III.4 DIVERS 15
III.5 CONCLUSIONS 16

IV. VITESSES PRATIQUÉES 17

IV.1 MÉTHODOLOGIE 17
IV.2 RÉSULTATS ET ANALYSES 18

V. ACCIDENTOLOGIE 21

V.1 PRINCIPAUX INDICATEURS DE SÉCURITÉ 21
V.2 TYPOLOGIE DES ACCIDENTS 23

VI. CONCLUSIONS 33

VI.1 LES PRINCIPAUX RÉSULTATS 33
VI.2 PERTINENCE DES RECOMMANDATIONS TECHNIQUES (ARP) 35
VI.3 COMMENT AMÉLIORER LA SÉCURITÉ DES ROUTES EXPRESS EXISTANTES 36

BIBLIOGRAPHIE 39

ANNEXE 1 :IDENTIFICATION ET SÉCURITÉ DES SECTIONS ÉTUDIÉES 41

ANNEXE 2 MESURES DE VITESSES PAR SECTION 43

ANNEXE 3 FONCTIONNEMENT DES CARREFOURS DÉNIVELÉS SUR ROUTE BIDIRECTIONNELLE 45

ANNEXE 4 RECOMMANDATIONS DE L'A.R.P. 47

PREAMBULE

Ce document fait la synthèse des travaux d'un groupe de travail composé de chargés d'études du réseau technique et animé par le SETRA (DESR) ; il est relatif à la sécurité **des routes express à une chaussée**, dans l'acception du *Catalogue des types de routes en milieu interurbain* [6][1] et de l'*Aménagement des **R**outes **P**rincipales* (A.R.P. [8])[2]

Dans le présent rapport, ce type de routes est désigné par « **routes express** », étant entendu qu'il ne s'agit pas de routes express à deux chaussées de type autoroutier (routes de type L).

Par ailleurs, la dénomination technique « routes express » ne se confond pas avec le statut juridique éponyme : les routes ayant le statut de « route express » ne sont pas forcément des routes bidirectionnelles dénivelées, et inversement, certaines sections de routes de type express n'ont pas le statut « route express ».

L'appellation « **route de type T** » est employée pour désigner le concept de route express, vérifiant les recommandations techniques du *Catalogue des types de routes* et de l'ARP, par opposition à la réalité – les routes existantes.

Si le présent document donne des préconisations et orientations pour améliorer la sécurité des routes express, il ne saurait être considéré comme un guide de conception, ou de recommandations techniques.

[1] Les routes express correspondent à la fiche 2 du catalogue, aussi sont-elles parfois abusivement appelées « routes de type 2 ».
[2] L'ARP donne les recommandations techniques d'aménagement des routes express à une chaussée, qu'il désigne aussi comme les « routes de type T ».

I. PRESENTATION DU GROUPE ET DES ETUDES

I.1 Contexte

Des routes singulières

La route express est un type de route intermédiaire entre une autoroute et une route ordinaire. Comme la première, elle a une fonction de transit, est isolée de son environnement et dénivelée. Comme la seconde, elle est prévue pour un trafic modéré, elle est bidirectionnelle, aussi prend-elle un profil en travers similaire.

Une défiance croissante

Certaines routes express (RCEA, RN39…) font fréquemment l'objet d'une médiatisation d'accidents tragiques et spectaculaires, notamment lorsqu'ils sont chroniques. La seule véritable solution (radicale) semble une mise à 2×2 voies anticipée.

Il se propage un phénomène de défiance vis-à-vis des routes express dans leur ensemble, et d'abord au sein du Ministère ; cette défiance est souvent donnée comme l'un des facteurs limitant[3] le développement des routes express. La prise de position récente des services de l'Equipement pour la RN67 est symptomatique.

Le réseau technique interpellé

Les routes express ont fait l'objet ces dernières années de plusieurs prises de positions significatives, par des Ingénieurs généraux « routes » notamment. Le SETRA y est interpellé plus ou moins explicitement et directement.

Des problèmes de sécurité

Cependant, les sections décriées se révèlent être souvent loin du champ d'utilisation et des règles essentielles de conception propres à ce type (voir annexe 4). Dans les faits, une route express est rarement conçue en tant que telle, mais comme une première étape d'une future autoroute – phasage transversal du profil en travers. Un tel mode de construction, et les pratiques connexes (ouvrages d'art prévus pour la phase définitive, échangeurs autoroutiers) ne sont pas sans poser des problèmes de sécurité depuis le début des années 80. Ils ont amené la direction des routes à donner des instructions à ses services pour la conception de ces routes bidirectionnelles dénivelées : les circulaires du 15/11/1985 [2], du 09/12/1991 [6] et du 05/08/1994 (ARP |8]). Par une sorte de « métonymie technique », ne condamnerait-on pas un concept routier au lieu d'un mode de construction qu'on lui associe presque inévitablement ?

Une connaissance fragmentaire

Par ailleurs, une étude portant sur trois sections de Saône-et-Loire[4] avait observé une tendance favorable, en cohérence avec la littérature internationale. En tout état de cause, en l'absence d'étude représentative sur l'insécurité des routes express, on ne disposait pas jusqu'à présent en France d'élément suffisant pour légitimer une défense soutenue et pas davantage un dénigrement systématique.

Finalement, il existe une similitude avec les routes à 3 voies, dont l'image de marque en terme de sécurité était particulièrement mauvaise (il y une dizaine d'années) – malgré un meilleur niveau moyen de sécurité que les routes à 2 voies. Cette image avait nuit, et nuit toujours à son développement ; « 3 voies » étant presque devenu une appellation tabou.

Un souci d'évaluation des politiques techniques

Enfin, 5 ans après la sortie de l'A.R.P., il y a également le souci d'évaluer la pertinence de ses recommandations du point de vue de la sécurité, et dans une certaine mesure leur degré d'application.

---

[3] D'autres raisons – moins techniques que politiques ou économiques – pourraient être avancées.
[4] Réalisée dans le cadre du groupe de travail Politique routière (1989) [5]

I.2 Objectifs du groupe de travail

Le but générique du groupe est d'apporter des éléments objectifs sur la sécurité des routes express à une chaussée[5]. Ils doivent être suffisamment précis, représentatifs et significatifs pour être indiscutables. En particulier, il s'agit aussi d'apporter des éléments explicatifs, en rapport notamment avec les caractéristiques de l'infrastructure.

I.3 Constitution du groupe de travail

A cette fin, le SETRA a monté et piloté un groupe d'études. Il est composé comme suit

Lionel PATTE (animateur/rapporteur)	SETRA/DESR-DECRA
Alain DEGOUTTE ✍	CETE de Lyon – Agence Franche-Comté
Michel CHABAUD ✍	CETE de Lyon – Agence Auvergne/DES
Jean-Pierre BLET-CHARAUDEAU ✍	CETE de l'Ouest/DES
Jean Paul FLURY ✍	CETE du Sud Ouest/DES
François BUGUEL, Nadine DOUEZ ✍ Christophe LEBLANC, Damien COX	CETE de Nord Picardie/DES CETE de Nord Picardie/DLI
Gilles ROUCHON	SETRA/DEPRA

✍ réalisation des études techniques et monographies

I.4 Approche et méthode générale des études

L'approche retenue, en relation avec les objectifs, est quantitative et qualitative.

Approche >	Quantitative	Qualitative
Objectif	▪ Estimer le niveau de sécurité des routes express	▪ Décrire précisément l'accidentologie ▪ Déterminer les facteurs accidentogènes relatifs à l'infrastructure (*lato sensu*)
Méthode	▪ **Diagnostic global** : ➔ principaux indicateurs de sécurité (taux, gravité, % thématiques, etc.)	▪ **Diagnostic de sécurité détaillé** : ➔ méthode SETRA-INRETS
Sources d'informations	▪ Fichier accidents « corrigé » ▪ Gestionnaires (DDE, CG)	▪ **PV** d'accidents ▪ **Observations *in situ*** : caractéristiques de l'infrastructure, vitesses pratiquées…
Contraintes	▪ **Fiabilité des données** ▪ **Significativité** ⇒ assez de sections	▪ **Accessibilité** aux infos (PV) ▪ **Faisabilité** ⇒ nombre limité de sites étudiés : 1 à 3 par CETE.

[5] Comportant éventuellement des créneaux de dépassement à deux chaussées.

II. CHAMP DE L'ETUDE

II.1 Une sélection sévère : les critères

Les sections étudiées, afin de pouvoir être considérées ou assimilées à des routes express, vérifient les critères[6] suivants :

- route principale **interurbaine** (hors agglomération) ;
- route **bidirectionnelle** à 2 ou 3 voies, pouvant comprendre ponctuellement des créneaux à 2×2 voies de longueur modérée – sinon il s'agirait plutôt de sections successives de types différents. ;
- **isolée de son environnement** (absence d'accès riverains) et **dénivelée** (à l'exception des carrefours d'extrémité) ;
- longueur d'**une dizaine de kilomètres minimum,** un tronçon de quelques kilomètres seulement ne pouvant pas être sérieusement attribué à un type de route donné ;
- mise en service **avant 1998** (pour une période d'étude d'au moins un an).

En outre, les sections étudiées en détail, faisant l'objet d'une analyse approfondie de l'accidentologie en relation avec l'infrastructure et les comportements ne doivent pas être actuellement en travaux.

Cependant, une section s'écartant légèrement de l'un de ces critères (section un peu trop courte, maintien de rares accès ou carrefours mineurs qui ne paraissent pas de nature à influer significativement sur le comportement) a parfois été retenue, dans la mesure où son intérêt global était réel ; les routes express restent en effet assez rares sur notre territoire.

II.2 Sections retenues : beaucoup d'appelées, mais peu d'élues

Les recherches menées par les CETE ont souvent été laborieuses, même pour ce qui concerne le réseau routier national, en l'absence de base de données relative à la typologie routière.

Sur certaines régions (Sud Ouest, Normandie…), les recherches se sont révélées peu fructueuses, une fois exclues les sections ne convenant manifestement pas aux critères établis (voir *supra*). Le CETE de l'Est et le CETE d'Aix n'ont pas participé au groupe de travail du fait d'un manque de disponibilité et de perspectives de découverte limitées (après une rapide reconnaissance) sur leur zone d'action respective.[7]

Aussi, beaucoup de sections sont exclues, surtout pour des raisons de longueurs (déviations de quelques kilomètres, sections comportant des carrefours plans significatifs…).

Des sections retenues sont restreintes pour éviter des zones gênantes (périurbaines, chaussées séparées sur plusieurs kilomètres…).

Finalement, on a retenu :

➔ 20 sections pour l'analyse générale, représentant tout de même un linéaire significatif de 313 km

➔ 9 sections (parmi ces 20) pour l'analyse détaillée, représentant 184 km.

[6] Evidemment, aucun critère de sécurité ne rentre en ligne de compte dans cette sélection.

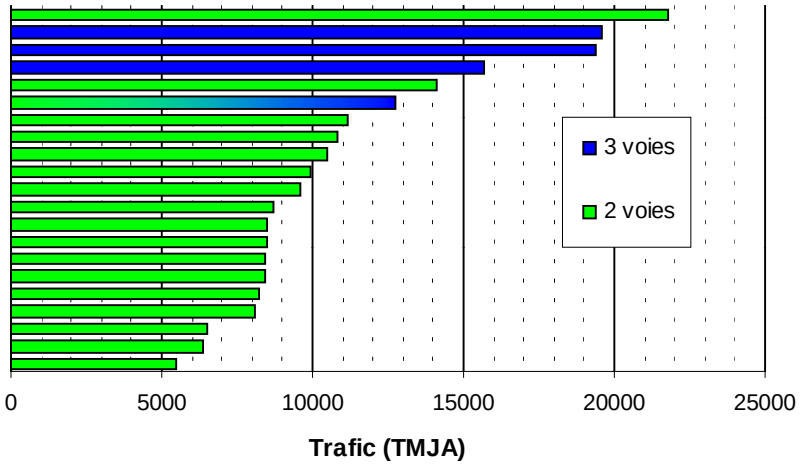
[7] Certaines routes express sont déjà transformées en 2×2 voies (RN116…) ou en cours d'aménagement (certaines sections de la RCEA).

II.3 Trafic

Le trafic moyen[8] sur l'échantillon de sections est de 9 500 v/j (TMJA).

Cette valeur se situe dans le domaine d'emploi normal des routes express (moins de 10 000 à 12 000 v/j). On notera cependant un écart type assez élevé (4 500 v/j), la gamme de trafic s'étendant de 5 000 à 21 000 v/j (malgré l'éviction de certaines sections franchement périurbaines). Aussi, le niveau normal d'utilisation est dépassé sur 6 sections, dont 2 restent majoritairement à 2 voies, et est presque atteint sur 4 autres.

Figure 1 : trafic (TMJA) sur les sections étudiées (classées par trafic décroissant)



II.4 Période d'étude

La plupart des sections ont été mises en service avant le 1/1/1994, ce qui permet de les observer sur une période de 5 ans (1994-1998). Certaines sections récemment mises en service ou réaménagées sont observées sur des périodes plus courtes. (voir annexe).

Finalement la durée moyenne d'observation de l'insécurité routière est de 4,6 ans.

II.5 Représentativité

Etant donné les objectifs du groupe de travail, c'est moins l'exhaustivité que la **représentativité** qui était recherchée.

L'échantillon semble représentatif de l'ensemble des routes express françaises :

- une grande part du territoire était a priori concernée (le grand Ouest, le Sud-Ouest, la Bourgogne et la Franche-Comté, l'Auvergne, la Normandie, le Nord-Picardie), et il y a sans doute peu de routes express dans les autres régions ;
- le contexte et la configuration des routes sont relativement variés, en terme de trafic, d'ancienneté, comme de profil (2 voies avec ou sans créneaux, 3 voies)…
- le linéaire concerné est vraiment significatif ;
- la période d'étude de la sécurité est généralement étendue (voir II.4.) ;
- l'homogénéité des résultats obtenus (voir ci-après), tant en terme quantitatifs que qualitatifs (accidentologie, vitesses) confortent le parti méthodologique.

Cependant, il faut souligner que la RCEA représente la moitié du linéaire étudié (voir § III.1.).

[8] Moyenne pondérée par le linéaire des sections.

III. L'INFRASTRUCTURE

Ce chapitre fait la synthèse des caractéristiques générales et géométriques des sections étudiées. La relation avec l'insécurité et la vitesse constatées est commentée dans les chapitres suivants.

III.1 Caractéristiques générales

Date de mise en service

Comme les autoroutes, les routes express sont assez récentes. Des sections sont mises en service à partir de 1965 pour les premières (RCEA), jusqu'à ces dernières années (e.g. RD 2000). Certaines mises en service ont été progressives (RCEA, RN39…).

Mode de construction

Les sections recensées sont souvent conçues comme des demi-autoroutes (dites « L/2 »), notamment pour ce qui concerne le réseau national (RN70, RN39, RN176, RN160, RN 421, RD2000, RD 751, etc.).

Photo n° 1 : Le phasage transversal, une pratique courante et plus ou moins flagrante…

Domanialité

Les routes express sont en majorité nationales, en cohérence avec le caractère structurant qui leur est conféré ; mais on relève tout de même 5 sections significatives de routes départementales (dont 4 étudiées, 11% du linéaire).

Vitesse autorisée

Elle est toujours de 90 km/h, à l'exception des créneaux à 2×2 voies où elle est limitée à 110 km/h. Les réductions de vitesse ponctuelles sont exceptionnelles.

Emploi

Les routes express sont généralement employées comme :

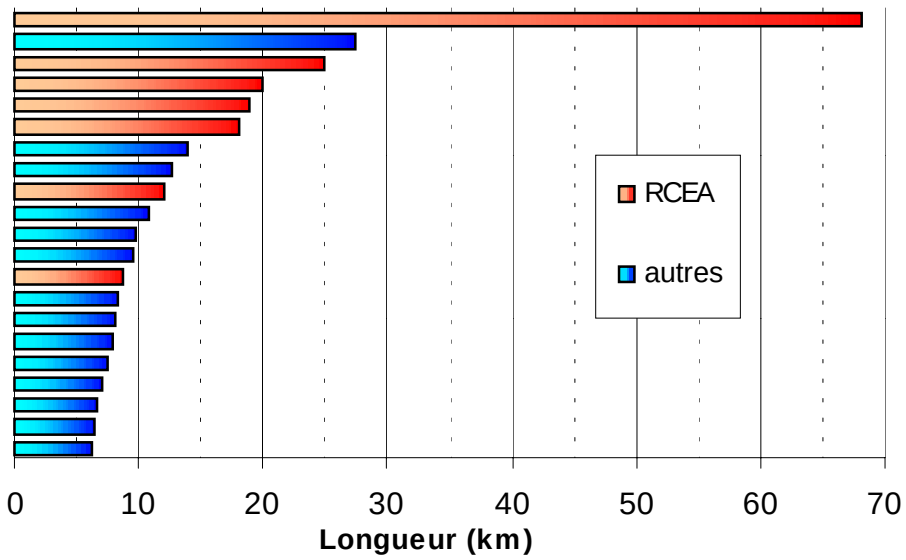
- contournement d'agglomération (déviation)[9] : la route express est alors comprise entre deux sections de routes ordinaires (3 sections de la RN6, RN347…), ou entre une autoroute et une route ordinaire (RD2000, RN145/RD94, RN148, RN224…). Ces sections sont plutôt courtes ;
- tronçon de liaison (structurante ou d'aménagement du territoire) à courte (RD13), moyenne (RN39), ou longue (RCEA) distance.

En revanche, les routes express ne sont pas vraiment employées comme antenne autoroutière reliant un pôle important à une autoroute voisine, comme barreau de liaison entre autoroutes – situations pour laquelle elles sont pourtant particulièrement adaptées.

Longueur des sections

Elle est généralement inférieure à 20 km, à l'exception notable de la RCEA.

Figure 2 : Longueur des sections (classées par ordre décroissant)



[9] Rappel : de nombreuses déviations de quelques kilomètres n'ont pas été retenues (voir II).

III.1.1 Usages

Trafic de VL

La mixité des trafics est la situation la plus fréquente. Le trafic prépondérant est tantôt celui de transit, tantôt celui d'échange, voire le trafic local, selon la situation géographique. La fonction est aussi variable sur une même section selon la proximité d'une agglomération importante, la saison, le jour de la semaine. Les effets calendaires ou horaires sont parfois très marqués.

Trafic lourd

Il est relativement important ; en moyenne de 20%, il et au moins de 10% sur chaque section. Sur certaines, il atteint même 30% (RN145, RN79, déviation d'Auxerre…). La répartition des types de trafics (transit, échange, local) est plutôt équilibrée.

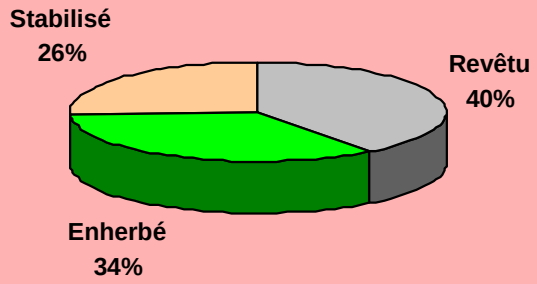
Photo n° 2 : Un trafic de poids lourd souvent élevé

Photo n° 3 : Accotement stabilisé, mais recouvert de gravillons roulants et légèrement dénivelé par rapport à la chaussée

Photo n° 4 : Accotement dénivelé par rapport à la chaussée

III.2 Caractéristiques géométriques

III.2.1 Profil en travers en section courante

	Recommandations de l'A.R.P.	Constat
Nombre de voies	2 voies avec créneaux en tant que de besoin ou 3 voies.	Les sections à 2 voies sont très majoritaires (≈85% du linéaire) ; certaines comportent des créneaux à 2+1 voies ou à 2×2 voies (≈35%). On recense un petit nombre de sections à 3 voies ou quasi (≈15%).
Largeur des voies	3,50 m, quel que soit le nombre de voies.	Les voies mesurent 3,50 m de large, sauf pour certaines sections à 3 voies de la RCEA, plus étroites (3 m).
Bande dérasée (Zone de récupération	BDD de 2,50 m (2,00m minimum) revêtue. Si la BDD est revêtue, il est souhaitable de rechercher un contraste suffisant pour marquer une différence visible avec la surface de la chaussée.	La largeur et la nature des accotements est très variable d'une section à l'autre voire au sein d'une même section. La zone de récupération est absente sur le tiers du linéaire (accotements enherbés). Parfois l'accotement est stabilisé ou revêtu mais malheureusement recouvert de gravillons roulants, ou encore présente une dénivellation (marche) avec la chaussée. ***Figure 3 : Répartition du linéaire selon le type d'accotement***[10]  Les BDD revêtues sont du même aspect que la chaussée (sauf lorsqu'elles sont recouvertes de gravillons…).
Zone de sécurité	Absence de disposition agressive jusqu'à une distance de 7 m (sinon les isoler).	Obstacles ponctuels rares, mais fossé et talus agressifs non isolés fréquents.
Dévers	Profil en toit en section courante.	Certaines sections présentent une pente transversale unique (RN39…).

[10] Il s'agit d'ordre de grandeur car il existe des situations intermédiaires sur des tronçons plus ou moins long : accotement revêtu sur 1 m puis stabilisé par exemple, asymétrie des 2 BDD…

III.2.2 Tracé en plan et profil en long

Tracé en plan	Recommandations de l'A.R.P.	Constat
Rayons de courbure	Eviter les tracés en succession de grandes courbes (tracés de type autoroutier).	Le tracé présente fréquemment des caractéristiques autoroutières (catégorie L120 ou L100), en relation avec le mode de construction de la route (L/2), le cas échéant. D'une façon générale, le tracé des routes express est continûment facile, les courbes ayant quasi systématiquement un grand rayon (courbes non déversées pour des vitesses de référence de 100 ou 120 km/h).
Alignement droit	Recourir à des alignements droits (au moins 50 % du linéaire alternant avec des courbes moyennes (de rayon supérieur au rayon minimal, et ne dépassant guère le rayon non déversé).	Corrélativement, les lignes droites suffisamment longues (>500 m) ne sont pas très fréquentes ; certains tronçons sont quasiment toujours en courbe et il est difficile d'y dépasser.

Photo n° 5 : Le tracé tendu caractéristique des « L/2 »

Profil en long

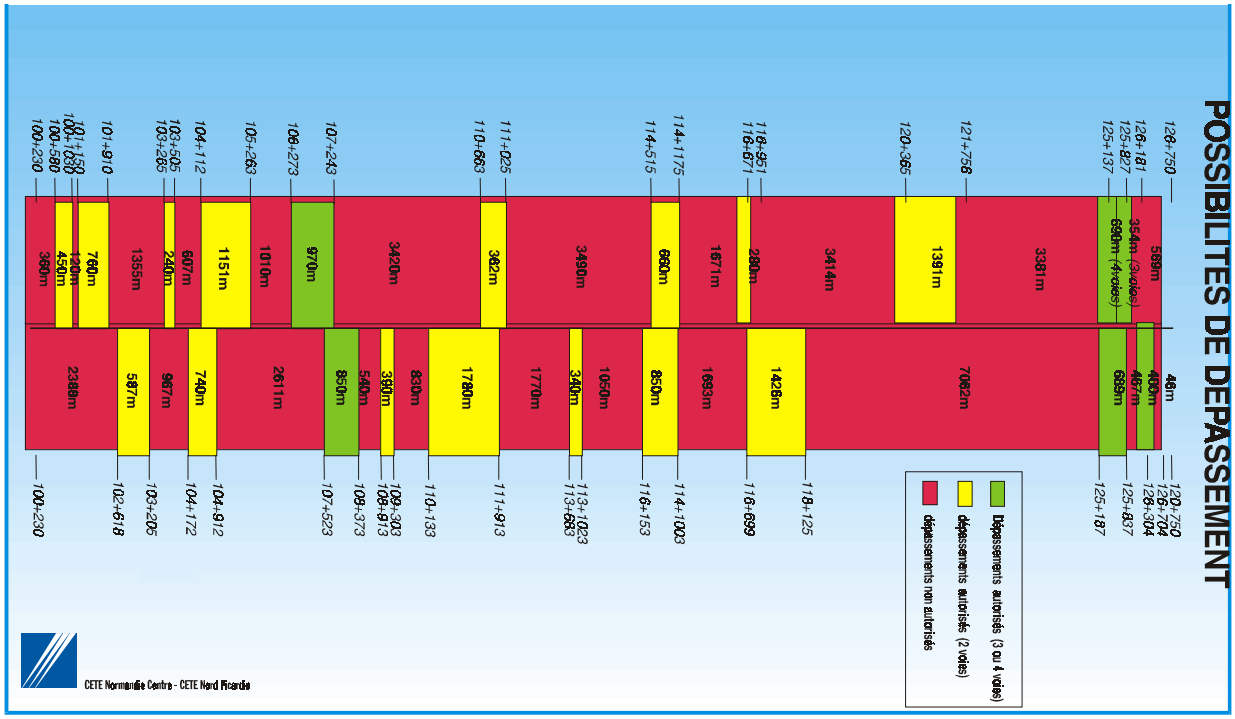
Si les sections s'inscrivent dans un contexte plus ou moins vallonné, le profil en long généralement assez tendu (rayons en angle saillant élevés) ne présente pas de difficultés notables.

III.2.3 Visibilité

	Recommandations de l'A.R.P.	Constat
Visibilité pour le dépassement	Chercher à assurer des distances de visibilité > 500 m sur au moins 25 % du linéaire (en évitant si possible de concentrer ces 25 % sur une seule section du tracé).	Sur de nombreuses sections les possibilités de dépassement sont faibles voire quasi nulles en l'absence d'alignement droit de longueur suffisante.
Utilisation des créneaux de dépassement	Lorsque cette proportion n'atteint pas 25 %, des créneaux peuvent permettre d'offrir des possibilités complémentaires pour le dépassement.	Les routes à 2 voies ne comportent pas ou peu de créneaux de dépassement.
Cas des routes à 3 voies	Dans le cas particulier des routes à 3 voies, affecter la voie centrale à un sens de circulation dès que la visibilité est inférieure à 500 m.	RAS : la voie centrale est toujours affectée.

Les autres exigences de visibilité (sur virage ou sur obstacle) ne posent pas de problèmes notables.

Figure 4 : Possibilités de dépassement très réduites sur une route nationale.



III.2.4 Echanges

Le fonctionnement, la sécurité des carrefours dénivelés sur routes bidirectionnelles ont fait l'objet d'un groupe de travail en 1997. Les résultats en sont rappelés en annexe 3.

Nota : Les études ne concernent pas les carrefours de raccordement avec le réseau ordinaire.

	Recommandations de l'A.R.P.	Constat
Type de carrefour	Proscrire les accès riverains. Déniveler tous les points d'échange et traversées	Absence d'accès riverains Maintien de rares carrefours plans ordinaires[11]
Implantation	Respecter les conditions générales de visibilité et de perception du point d'échange	Quelques cas d'implantation dans une courbe.
Configuration générale	Rechercher une géométrie aussi simple que possible	Les diffuseurs sont de type losange ou demi-trèfle selon les cas. Quelques échangeurs sont incomplets.
Bretelles	Règles de l'art relatives au tracé.	La géométrie des bretelles ne pose pas de problème particulier (on y recense d'ailleurs très peu d'accidents).
Sortie	On peut envisager d'y aménager des voies de décélération.	Sortie toujours introduite par un biseau de décélération.
Entrée	Eviter une voie d'insertion, sinon envisager un aménagement central.	Les entrées avec voie d'insertion sont très majoritaires et généralement longues (≅320 m). Dans quelques cas les voies d'insertion sont nettement plus courtes (…). Absence de séparateur central au droit des voies d'insertion.

Photo n° 6 : Carrefour dénivelé présentant des entrées avec et sans voie d'insertion.

[11] Les sections comportant des carrefours plans importants, ou plusieurs carrefours plans secondaires n'ont pas été retenues.

III.3 Equipements

Signalisation

La signalisation verticale n'appelle pas de remarque particulière.

Sur les sections à 2 voies, le marquage de type T1 est prédominant, y compris souvent dans les courbes de grand rayon. Cependant, ces dernières années, suite à des accidents le plan de marquage a été modifié sur certains tronçons ; le marquage T1 étant remplacé par une ligne continue.

Barrières de sécurité

Elles font défaut en rive en de nombreux endroits pour isoler des fossés et talus dangereux.

III.4 Divers

Sur plusieurs sections, conçues comme des « L/2 » (RN421, RCEA…), les ouvrages d'art (passages supérieurs) sont prévus pour la phase définitive de la voie (autoroute), sans traitement particulier destiné à masquer la brèche. Il semble parfois aussi en être de même pour la plate-forme.

Photo n° 7 : Ouvrages d'art autoroutiers à 4 travées (R.C.E.A.)

III.5 Conclusions

Les routes express sont souvent utilisées au delà de leur domaine d'emploi normal ou préférentiel, en terme de trafic ou de fonction.

Les routes express en service s'écartent assez notablement des recommandations de l'ARP, notamment en ce qui concerne le tracé en plan, la capacité de dépassement offerte, l'aménagement de la zone de récupération, le traitement des points d'échanges.

Par ailleurs, le plan de marquage ne prend pas bien en compte les problèmes de masque mobile dans les courbes à droite.

Photo n° 8 : Un tracé confortable sur le plan visuel et dynamique, favorisant des vitesses élevées.

IV. VITESSES PRATIQUEES

IV.1 Méthodologie

IV.1.1 Indicateurs de vitesse

Les indicateurs considérés sont la vitesse moyenne et surtout la **V85**[12] – l'indicateur le plus pertinent en matière d'analyse de la sécurité. Pour ces indicateurs, on a cherché d'une part à distinguer les poids lourds et les véhicules légers, et d'autre part à considérer seulement des véhicules libres[13].

Cette dernière discrimination nécessite de recourir à des mesures individuelles.

IV.1.2 Mode opératoire

Aussi, les mesures par « radar à main » sont privilégiées.[14] Cependant pour des raisons matérielles, certains CETE ont utilisé les compteurs-analyseurs « classiques » (tuyaux pneumatiques).

Les endroits choisis sont autant que faire se peut représentatifs de la section.

Les mesures sont effectuées de façon à éviter les risques de biais de mesure du fait de la détection par les usagers du radar.

Afin d'obtenir des indicateurs relativement comparables entre les sections, les mesures individuelles sont réalisées pendant un jour ouvrable, de jour, en dehors des heures de pointes (schématiquement entre 9 h et 12 h, ou entre 14 h et 17 h), et dans des conditions climatiques normales (chaussée sèche). Des mesures ont aussi été effectuées par temps de pluie.

IV.1.3 Commentaires sur les mesures

Malgré le protocole expérimental établi en commun, l'ensemble des mesures ne sont pas homogènes, pour des raisons pratiques (conditions météo…) ou matérielles. Pour la RN160 et la RN176 les valeurs sont données tous véhicules confondus : VL et PL, véhicules gênés et libres, et pour la RD2000 véhicules gênés et libres confondus.

Pour des raisons d'ordre statistique, le fait d'agréger les vitesses des VL et PL affecte davantage la vitesse moyenne que la V85, mais son influence reste sans doute modérée, de l'ordre de 3 km/h pour la vitesse moyenne et de 1 à 2 km/h pour la V85. La confusion véhicules gênés et libres est vraisemblablement plus conséquente, surtout pour la V85 – de l'ordre de 5 à 10 km/h, selon le niveau de trafic. En effet, sur les routes à 2 voies, la proportion de véhicules gênés est importante, et d'autant plus que le trafic (notamment de PL) est élevé.

Il serait délicat de redresser les indicateurs ; aussi, les valeurs détaillées fournies en annexe restent « brutes ». La moyenne pour l'ensemble des sections ne concernent que des données homogènes – correspondant à la définition du IV.1.1.

---

[12] Vitesse en dessous de laquelle roule 85% des usagers (85ième centile de la distribution des vitesses).
[13] La V85 pour l'ensemble des véhicules est moins représentative des situations d'accidents, et dépendant des conditions de trafic sur la section. En pratique, l'absence de gêne d'un véhicule est définie par une interdistance supérieure à 3 secondes.
[14] Une station SIREDO n'est généralement pas présente sur la section, ou du moins à l'endroit propice.

IV.2 Résultats et analyses

Le niveau des vitesses est évidemment variable d'une section à l'autre, mais est systématiquement élevé.

Tableau 1 : Synthèse des mesures de vitesses libres

	Véhicules légers		Poids lourds	
	Vitesse moyenne	V85	Vitesse moyenne	V85
temps sec	110 km/h	121 km/h	89 km/h	91 km/h
pluie	103 km/h	112 km/h	85 km/h	88 km/h

Vitesse des poids lourds : une homogénéité remarquable

Les vitesses des poids lourds sont remarquablement homogènes d'une section à l'autre, mais aussi au sein d'une même section, l'écart type étant de 2 km/h en moyenne (3 km/h par temps de pluie).

La vitesse moyenne des poids lourds est élevée (88 km/h), mais les vitesses excessives sont rares, la V85 restant de l'ordre de 90 km/h. Outre les comportements (liés pour partie au caractère professionnel et aux contrôles) sur lesquels on ne s'étendra pas, les bonnes caractéristiques générales du tracé (absence de virages serrés, profil en long facile…) et l'homogénéité du trafic sur ces itinéraires de transit en sont sans doute les principales raisons.

Cette homogénéité est de nature à expliquer une circulation des poids lourds « en convoi », à l'origine de certains problèmes de sécurité associés aux manœuvres dépassement (voir V.2.2.).

Véhicules légers : des vitesses systématiquement élevées

Le niveau des vitesses est élevé, voire très élevé sur certaines sections :

- ***la vitesse moyenne (des véhicules non gênés) est globalement de 110 km/h, dépassant toujours 100 km/h, et atteignant sur certains tronçons 120 km/h.***
- ***la V85 se situe selon les points de mesures entre 100 et 140 km/h, mais varie le plus souvent entre 110 et 130 km/h ; elle est globalement de 120 km/h.***

Ce niveau s'observe quelles que soient les conditions météo – par temps de pluie la V85 reste de 112 km/h et la vitesse moyenne dépasse 100 km/h.

La grande majorité des conducteurs dépassent donc la vitesse réglementaire de 90 km/h (y compris par temps de pluie), une bonne partie d'entre eux (10 à 20%) se situant 30 à 40 km/h au delà.

Les vitesses excessives sur les routes express paraissent être un phénomène général et permanent, comme sur les autoroutes interurbaines d'ailleurs où la V85 est de 150 km/h[15].

IV.2.1 Interprétation des résultats

Nota : Les interprétations ci-après tiennent simultanément compte des connaissances en matière de relation entre l'infrastructure et la vitesse, et des constats effectués dans les monographies.

Plusieurs facteurs concomitants semblent véritablement de nature à expliquer le niveau élevé des vitesses. Ils sont relatifs à trois aspects :

[15] Sources : SETRA ; 1999.

➔ La lisibilité de la route (l'image que la route donne d'elle même)

Le mode de construction (« L/2 ») et les caractéristiques des routes express confèrent à l'infrastructure une image ambiguë. Et, si l'usager n'a (heureusement) pas forcément l'illusion de se situer sur une autoroute, ses représentations mentales l'incitent sans doute inconsciemment à adopter un comportement autoroutier.

Concrètement, les éléments le plus souvent concernés sont :

- en premier lieu les caractéristiques très confortables et régulières du tracé : normes autoroutières de type L100 ou L120 – profil tendu, grandes courbes ;
- certains aménagements réalisés pour la phase future : plate-forme et ouvrages (e.g. RCEA, RN39) ;
- la présence de voies de décélération et surtout de longues voies d'insertion.

➔ Le confort

Les routes express se caractérisent par un confort véritablement excessif (bien au delà du niveau déjà bon visé pour ces routes de transit) en terme de :

- **confort dynamique** compte tenu des normes de tracé utilisées ;
- **confort visuel** (guidage optique) : visibilité lointaine sur le tracé (en l'absence de véhicules gênants) du fait de l'absence d'écrans latéraux, parfois d'une plate-forme réalisée pour la phase future, et surtout du tracé tendu.

Le revêtement de la chaussée (uni, rugosité…), n'a pas été étudié spécifiquement, mais peut être considéré comme globalement bon sur ce type de routes, *a fortiori* pour les sections les plus récentes.

➔ L'accoutumance des conducteurs à une vitesse élevée

Les éléments imposant une réduction sensible des vitesses sont rares : étant donné le type de route même (pas de traversées d'agglomération, de giratoire…) et les pratiques de conception (absence de virages de rayon modéré par exemple). Même le ralentissement lié aux poids lourds reste modéré, leur vitesse étant de 90 km/h (±2 km/h).

Si le niveau élevé des vitesses s'explique en partie par les caractéristiques intrinsèques des routes de type T (dénivellation, route isolée de son environnement…) et sans doute à sa fonction (transit), les pratiques de conception (usage des normes autoroutières pour le tracé ou les échangeurs, plate-forme réalisée pour la phase future…) paraissent conséquentes.

En revanche, la largeur de la zone roulable ne semble pas prépondérante, en tout cas rien ne conforte sérieusement cette hypothèse. En effet, un niveau de vitesse élevé est constaté sur des routes à 2 voies de 3,50 m, qu'elles disposent ou non de bandes dérasées revêtues.

IV.2.2 Vitesse et sécurité routière

Il n'est pas question ici de montrer l'influence néfaste de la vitesse sur l'insécurité routière – celle-ci est acquise et démontrée (voir Sécurité des routes et des rues).

Le niveau élevé des vitesses est vraiment de nature à expliquer, du moins en partie, la gravité élevée des accidents, en valeur absolue mais surtout en valeur relative.

Les diagnostics détaillés (voir V) révèlent que le niveau des vitesses des VL et des PL intervient manifestement à plusieurs niveaux dans le déroulement des accidents (voir *infra*).

V. ACCIDENTOLOGIE

V.1 Principaux indicateurs de sécurité

Le nombre d'accidents observés sur les 20 sections de l'échantillon est de 328 dont 92 mortels. Cela permet d'obtenir des indicateurs globaux vraiment significatifs (estimation à ±5%), et d'envisager des estimations de certains indicateurs thématiques.

V.1.1 Indicateurs de risque : taux et densité d'accidents corporels

La **densité d'accidents** s'élève à **0,28** accidents/an/km, similaire à celui d'une autoroute supportant un trafic de 20 000 v/j, et à celle d'une route ordinaire supportant un trafic de 5 000 v/j.

Le **taux d'accidents** moyen est de **6,6** (accidents/10^8 véh.km). A titre de comparaison, le taux d'accidents sur autoroutes de liaison est de l'ordre de 4, celui sur les routes nationales à 2 voies est de 13,4 et 10,5 pour les 3 voies. Ce taux est en phase avec les estimations réalisées à la fin des années 80 (corrigé de l'évolution globale de l'insécurité).

Avec un taux moyen de 6,6 accidents/10^8 véh.km, le risque d'accidents corporels paraît donc plutôt modéré.

Cela s'explique sans doute par les caractéristiques principales de ce type de route : dénivellation des carrefours, absence d'usagers lents ou vulnérables (piétons, deux roues, engins agricoles), absence de « point dur » (virage serré, rétrécissement localisé…), mais aussi par un niveau d'aménagement tout de même meilleur que la moyenne des routes nationales ordinaires (aménagements des abords…).

V.1.2 Gravité, taux et densité d'accidents mortels

La densité d'accidents mortels (0,07/km.année) paraît élevée, équivalent à celui d'une autoroute dont le trafic est de 35 000 v/j, ou d'une route nationale ordinaire supportant un trafic de 10 000 v/j.

Le **taux d'accidents mortels** est de **1,8** (accidents/10^8 véh.km). Ce taux est légèrement inférieur à celui des routes ordinaires (2,3), mais bien supérieure à celui des autoroutes (0,5).

Par ailleurs, le **pourcentage d'accidents mortels, 28%, est très élevé** , alors qu'il n'est que de 12% sur autoroute et de 17% sur le réseau ordinaire. **L'indice de gravité** (IG) est aussi très élevé, s'établissant à **120%** (40 tués et 80 blessés graves pour 100 accidents) ; alors qu'il est de 65% environ sur tous les autres types de routes.

La gravité des accidents est très élevée en valeur relative (40 tués pour 100 accidents), mais en valeur absolue elle reste un peu inférieure à celle observée sur les routes ordinaires.

Tableau n°2 : principaux indicateurs de sécurité

	Taux d'accidents (/10^8véh. km)		Pourcentage d'accidents mortels	Indice de gravité (tués + BG pour 100 accidents)
	corporels	mortels		
Routes express	**6,6** [6,0 ; 7,2]*	**1,8** [1,5 ; 2,2]*	**28%** [24%- 32%]*	**120%**
Autoroutes de liaison**	4	0,5	12%	63%
RN à 2 voies)**	13,4	2,3	17%	67%
RN à 3 voies**	10,5	1,8	17%	
RN à 2x2 voies**	6,2	0,8	13%	

* *Intervalle de confiance à 90%.*

** *Source ONISR et SETRA sur une période équivalente (1995-1997)*

Le linéaire de routes express à **3 voies** n'est pas suffisant pour mettre en évidence des différences significatives[16] par rapport aux sections à 2 voies, mais on note un niveau d'insécurité de 10% inférieur (accidents corporels et accidents mortels).

V.1.3 Principaux indicateurs thématiques

Accidents le week-end[17]

La proportion d'accidents se déroulant pendant le week-end (33%) n'est pas anormalement élevé, significativement plus faible que la moyenne nationale en rase campagne (38%).

Accidents de nuit

Ils sont en proportion similaire aux autoroutes et routes nationales (rase campagne) : 36%.

Accidents en intersection

La proportion d'accidents en intersection n'est pas négligeable : 12% dont 5% sur les rares carrefours plans maintenus.

Les collisions frontales[18]

Elles sont très fréquentes, environ la moitié des accidents. Mais, contrairement aux idées reçues, seulement le tiers des collisions frontales sont causées par des manœuvres de dépassement (*voir infra*).

Les sorties de chaussée

Les accidents par **sortie de chaussée** et les collisions contre **obstacles** latéraux représentent 23% et 20% des accidents, ce qui est sensiblement moins que ce qu'on observe sur les routes ordinaires et les autoroutes. La faiblesse relative de ce type d'accidents s'explique en partie par le grand nombre de collisions frontales, mais aussi par la configuration des abords. Les obstacles heurtés sont généralement des fossés ou talus ; les obstacles ponctuels sont rares.

[16] En outre, il ne s'agirait pas d'une comparaison « tout chose étant égale par ailleurs ».
[17] Samedi, dimanche et jours fériés.
[18] Les configurations d'accidents sont établies à partir de l'analyse des PV d'accidents. En effet, les informations du fichiers national des accidents (même « corrigé ») sont trop insuffisantes en la matière. Son utilisation amène par exemple à fortement surestimer la proportion d'accidents liés à une manœuvre de dépassement.

V.2 Typologie des accidents

La méthode d'analyse détaillée de l'accidentologie adoptée est celle, classique, des diagnostics d'itinéraires à partir des procédures d'accidents (voir les documents méthodologiques SETRA-INRETS), afin de cerner le processus de génération de l'insécurité routière en relation avec les caractéristiques de l'infrastructure et son contexte.[19]

L'étude détaillée de l'accidentologie concerne 9 des 20 sections de l'échantillon, représentant 184 km (58% du linéaire), et 171 accidents.[20]

La synthèse de ces études permet de déterminer une typologie des accidents pour les routes express.

Deux grands types d'accidents prédominent systématiquement (76% des accidents)[21] :

➔ 50% des accidents ont pour origine le déport involontaire d'un véhicule au delà de sa voie de circulation (en section courante) ;

➔ 26% ont pour origine une manœuvre de dépassement.

Les seuls autres types significatifs concernent les accidents en carrefour, dénivelés (7%) ou plans (5%) ; les autres sont marginaux.

La typologie que l'on vient d'esquisser est décrite plus en détail ci-après.

Tableau 3 : typologie des accidents des routes express

Sur la base des 171 accidents des 9 sections étudiées en détail	Code	répartition	% d'accidents mortels	% de tués	Indice de gravité(1)
Sortie de voie/déport* dont :	**S**	**50%**	**40%**	**59%**	**150%**
➔ sortie de chaussée (1 seul véh.)	S1	19%	22%	31%	80%
➔ conflit avec le sens opposé (2 véh. ou +)	S2	31%	51%	75%	200%
Dépassement :	**D**	**26%**	**27%**	**36%**	**110%**
➔ conflit avec le sens opposé	D1	18%	33%	47%	130%
➔ perte de contrôle	D2	8%	14%	14%	60%
Carrefour :	**C**	**12%**	**10%**	**15%**	**80%**
➔ dénivelé	CD	7%	17%	25%	75%
➔ plan	CP	5%	-	-	90%
Autres (divers) (2)	-	**12%**	**15%**	**20%**	**70%**
Ensemble des accidents (3)	-	***100%***	***30%***	***43%***	***120%***

(1) Les valeurs des l'indice de gravité sont arrondies à la dizaine. Par ailleurs, il faut rappeler que cet indice est fonction non seulement de la violence du choc, mais aussi du nombre de véhicules impliqués (puisqu'il s'agit de dénombrer les victimes graves). Aussi, la gravité des accidents impliquant plusieurs véhicules est-elle mécaniquement amplifiée par rapport aux accidents impliquant un seul véhicule.

(2) Collision arrière suite à ralentissement, accrochage d'un piéton, collision contre un animal, etc.

(3) Les indicateurs de gravité pour l'ensemble des accidents diffèrent légèrement de ceux donnés ci-dessus, la base d'accidents étant différentes, réduites ici aux sections ayant fait l'objet d'une étude détaillée.

[19] Une visite sur site permet de vérifier la localisation précise des accidents.
[20] En fait, sur ces 9 sections 195 accidents ont eu lieu, mais les procédures (PV) de certains de ces accidents sont inaccessibles ou perdues…
[21] 86% des accidents en section courante.

Figure 5 : typologie des accidents des routes express (synthèse)

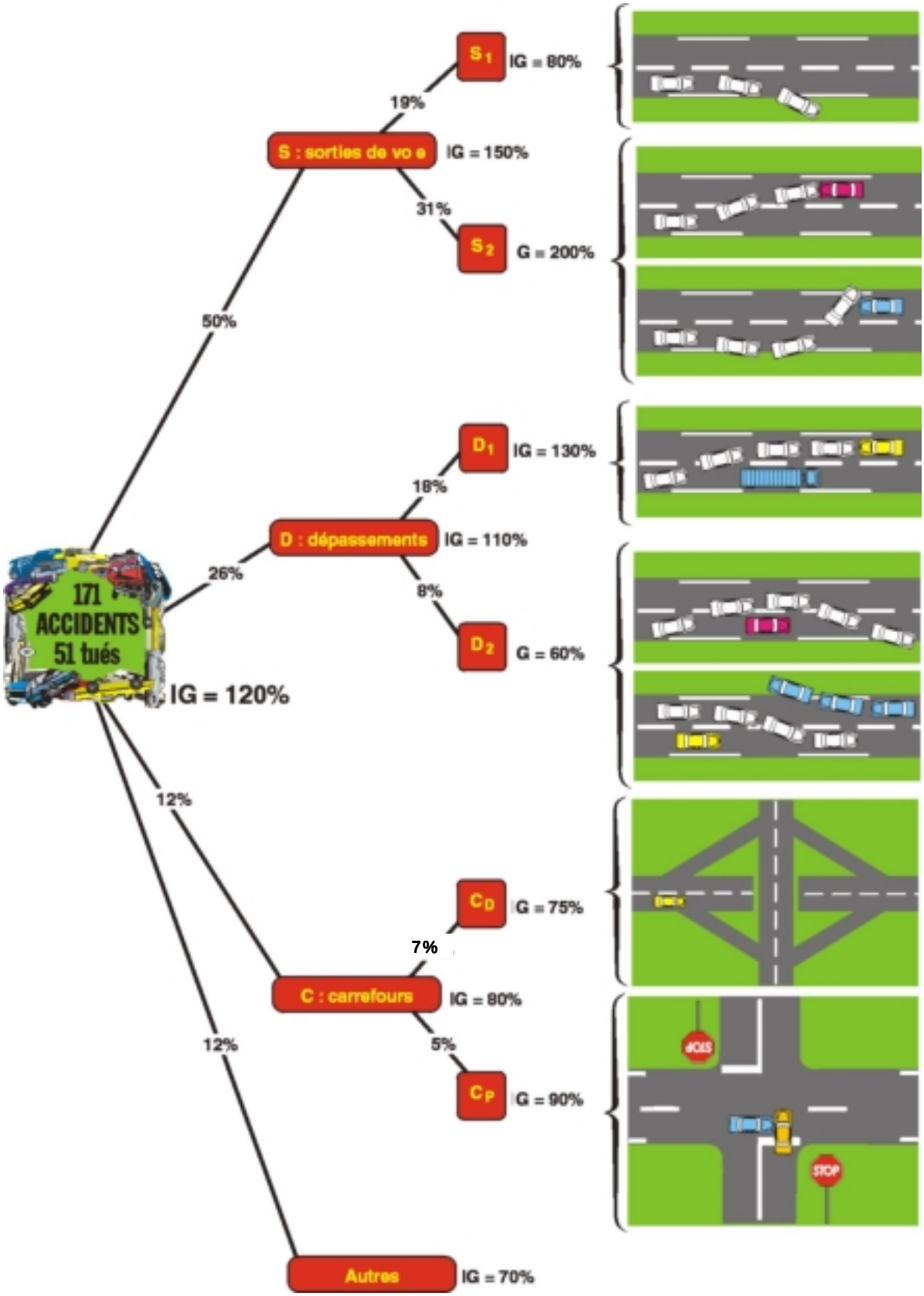


Tableau 4 : répartition des accidents par grands types pour chaque section.

	Nbre de PV	« S »	« D »	« CD »	« CP »	autres
RN421 (3voies)	17	47%	6%	18%	12%	18%
RN160	9	56%	22%	0%	11%	11%
RN176	13	62%	15%	23%	0%	0%
RD177	12	50%	25%	17%	0%	8%
RD2000	7	43%	29%	0%	14%	14%
RN145/RD94	8	38%	25%	0%	0%	38%
RN79 (Allier)	50	42%	34%	4%	0%	20%
RN79 (Saône-et-Loire)	36	64%	25%	3%	6%	3%
RN70 (Saône-et-Loire)	19	53%	32%	5%	11%	0%
Ensemble	**171**	**50%**	**26%**	**7%**	**5%**	**12%**

Figure 6 : répartition des accidents par type d'accidents

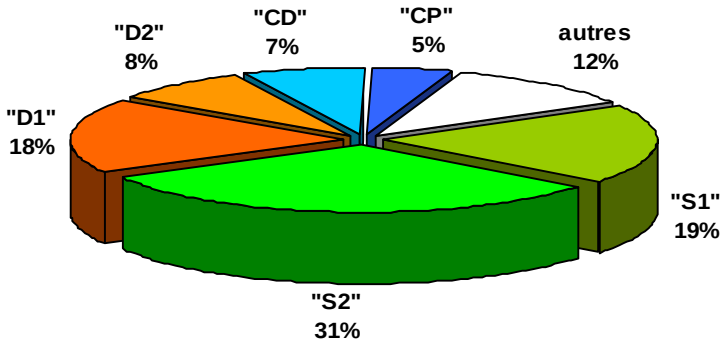
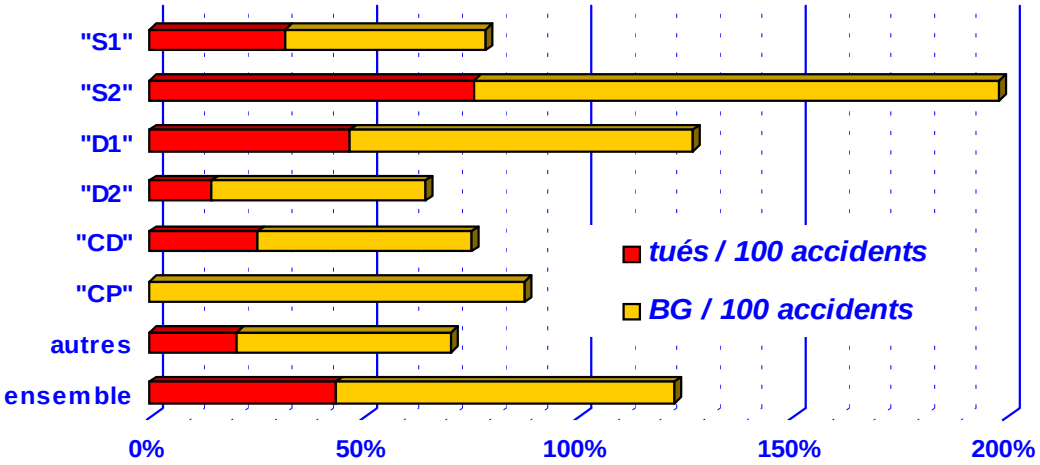


Figure 7 : Indice de gravité (tués et blessés graves pour 100 accidents) par type d'accidents



V.2.1 Les déports involontaires ou sorties de voie de circulation en section courante (noté « S »)

Ce type d'accident (« S ») représente 50% de l'ensemble des accidents. Cette proportion varie peu d'une route à l'autre. Il se caractérise par une gravité particulièrement élevée : 43% des accidents sont mortels, et le taux de gravité s'élève à 150% (60 tués et 90 blessés graves pour 100 accidents).

Description générale

On distingue dans cette famille plusieurs configurations d'accidents :

- selon qu'il y a ou non collision avec d'autres véhicules (perte de contrôle et sortie de chaussée, ou collision frontale ou quasi) ;
- selon que le déport initial est à droite (sortie de chaussée et empiètement de l'accotement) ou à gauche sur la voie de circulation du sens opposé.

Nota : Les pourcentages donnés dans la suite se rapportent, sauf indication contraire, aux accidents de type S et non à l'ensemble des accidents.

La proportion **d'accidents de nuit** (33%) est conforme à la moyenne globale.

Les **conditions climatiques** semblent rarement jouer un rôle, y compris dans les courbes (de rayon généralement élevé) ; seuls 14% des accidents se déroulent par temps de pluie (17% sur chaussée mouillée). Une exception notable (8%) concerne les pertes de contrôle sur une chaussée très glissante, verglacée ou enneigée ; mais elles dépendent du climat et sont circonscrites à certaines sections (RN79).

A l'origine de l'accident, les VL sont essentiellement concernés ; les PL (12%) et les motocyclistes (3%) ne représentant qu'une part relativement faible. En revanche, les PL sont fréquemment heurtés par un VL quittant sa voie (dans 30% des cas environ – voir ci-après).

S1. Les sorties de chaussée sans collision avec un autre véhicule (38%)

Les accidents « S1 » résultent presque autant d'un déport initial à gauche qu'à droite.

Leur gravité reste modérément élevée (IG=80%), atténuée par la quasi absence d'obstacles latéraux ponctuels (arbres, poteaux, têtes d'aqueduc…), à l'instar de ce que l'on observe sur autoroute ; heureusement car les rares cas rencontrés se sont avérés mortels.

Cependant, les obstacles continus, fossés et talus, constituent des facteurs aggravants dans deux tiers des sorties de chaussée. La gravité avec heurt du talus ou pire du fossé paraît excessivement élevée, l'indice de gravité dépassant nettement 100% (alors qu'un seul véhicule est impliqué !).

Inversement, les sorties de chaussée sans heurt d'obstacle ou en présence d'une barrière de sécurité s'avèrent considérablement moins conséquentes (indice de gravité de 17%).

La rareté des accidents avec heurts d'une barrière de sécurité en rive, notamment par rapport aux autoroutes, s'explique sans doute par le faible équipement des routes express.

S2. Conflits avec des véhicules venant en sens opposé (souvent 2, parfois 3, rarement plus) (62%)

Les collisions sont presque toujours frontales. Aussi, sont elles gravissimes : mortelles une fois sur deux, avec un indice de gravité de 200 % (80 tués et 120 blessés graves pour 100 accidents) !

A l'origine de l'accident on note souvent un déport initial vers la gauche (77% des cas), dans une section rectiligne (57%) ou dans une grande courbe à droite (20%), rarement dans une courbe à gauche. Mais, il peut aussi résulter d'un déport initial à droite, suivi d'une manœuvre de redressement (coup de volant vers la gauche) (20%).

Facteurs d'accidents de type S

- ***Facteurs d'origine humaine***

Les facteurs à l'origine du déport sont essentiellement d'origine **humaine** :

- un assoupissement ou une somnolence est avéré dans 14% des cas, mais il est (plus ou moins) vraisemblable qu'il soit en cause dans 37% d'autres cas. Aussi, on peut raisonnablement estimer à au moins un tiers les cas concernés.
- l'alcoolémie (parfois avec une association médicamenteuse) est fréquente, alors qu'elle reste rare dans tous les autres types d'accidents ; elle est avérée dans 22% des cas – en sachant que cette valeur est sous-estimée.[22] Les taux relevés sont souvent élevés (1 à 3g/l pour une moyenne de 1,8g/l).
- les tâches annexes diverses (détournement de l'attention, manipulation du radio-cassettes…) : 13% des cas.
- autres : malaise (2%)…

Cependant, une part importante des écarts de trajectoires restent incertains étant donné la mortalité élevée des accidents (absence de témoignage). Aussi, les causes identifiées ci-dessus sont-elles sous-estimées, en particulier les assoupissements. Ce sentiment est renforcé par l'absence fréquente de réaction du véhicule qui sort de sa voie, alors que les véhicules venant en sens opposé sont plus réactifs.

- ***La vitesse***

La vitesse et les facteurs qui la favorisent (voir IV) jouent vraisemblablement souvent un rôle plus ou moins crucial :

- en limitant les chances de récupération. En effet le temps pour se récupérer est inversement proportionnel à la vitesse, mais surtout les sollicitations dynamiques (accélération transversale) subies par le véhicule lors d'une tentative de récupération croissent approximativement avec le carré de la vitesse. Aussi, il est fréquent que le véhicule après avoir mordu l'accotement droit, remonte sur la chaussée avec un angle trop élevé, la traverse ou y zigzague avant de perdre le contrôle complètement ou de heurter un autre véhicule. 20% des accidents de type S sont concernés par de tels phénomènes contre (seulement) 15% de sorties directes à droite.
- en limitant les chances d'évitement par le véhicule venant en sens opposé ;
- en aggravant les conséquences de la collision avec un autre véhicule ou d'un obstacle.

- ***Les facteurs mécaniques***

Sans être négligeables, ils restent minoritaires (9% des cas) : il s'agit notamment d'éclatements de pneumatique, parfois d'un blocage de direction, de renversements de chargement (PL)…

- ***Les facteurs liés à l'infrastructure***

L'infrastructure est rarement à l'origine du déport initial du véhicule,[23] mais elle intervient en revanche souvent dans le déroulement de l'accidentologie, d'une façon plus ou moins déterminante :

- à l'instar des autoroutes, la monotonie et la facilité excessive du tracé favorise les phénomènes de somnolence et d'hypovigilance ;
- lors de déports initiaux à droite, le véhicule empiète souvent sur un accotement herbeux, gravillonné et/ou présentant une dénivellation par rapport à la chaussée. Les effets

[22] Certains cas ne font pas l'objet d'un dépistage.
[23] Dans quelques cas, bien qu'ils soient difficiles à mettre en évidence, des problèmes de lisibilité expliquent vraisemblablement la trajectoire adoptée par l'usager : comportement intentionnel aberrent de certains conducteurs déboîtant sans raison réelle, au droit d'un échangeur ou sur une section à 3 voies, etc.
Les problèmes de stabilité dynamique en courbe ou en descente sont aussi très rares, les caractéristiques du tracé étant généralement plus que confortables

préjudiciables sinon catastrophiques sur les possibilités de récupération ont déjà été mises en évidence ;

- pour les déports à gauche, l'absence ou l'insuffisance de bande dérasée (accotement enherbé, gravillonné, ou trop étroit) dissuade ou rend souvent vaine les tentatives d'évitement des véhicules venant en sens opposé ; en particulier, les chauffeurs de PL ne se risquent généralement pas sur un accotement non revêtu. Or, les conducteurs de véhicules venant en sens opposé tentent souvent d'éviter (avec ou sans freinage) le véhicule qui se déporte en serrant à droite[24]. Ces tentatives, même si elles n'empêchent pas l'accident, substituent à la collision frontale de plein fouet, une collision plus ou moins latérale moins grave (pas de blocage des véhicules).

La présence systématique d'une véritable bande dérasée revêtue d'au moins 2 m offrirait donc sans doute de bien meilleures chances de récupération et/ou d'évitement.

V.2.2 Accidents ayant pour origine un dépassement (notés « D »).

Les type D concerne 26% des accidents. Cette proportion varie peu d'une section à l'autre, mise à part la RN79 pour laquelle un tiers des accidents (sur 50) sont concernés et surtout la RN421 – la seule section à 3 voies étudiée en détail – pour laquelle un seul accident (sur 17) est concerné.

La gravité est globalement élevée (un peu supérieure à la moyenne) avec 27% d'accidents mortels et un indice de gravité de 110% (dont 36% de tués).

Aucun des accidents de type D n'est noté sur des créneaux à 2+1 voies ou à 2×2 voies, y compris en extrémité de créneau, et un seul sur la RN421 à 2+1 voies alternées.

Photo n° 9 : Les dépassements sûrs avec une 2+1 voies

Description générale

La proportion **d'accidents de nuit** est « normale » (24%), la difficulté accrue pour réaliser un dépassement (estimation des distances) étant sans doute compensée par le trafic peu dense.

La chaussée est fréquemment mouillée (36%). Une **chaussée glissante** associée à des vitesses de dépassement élevées rend encore plus difficiles les manœuvres d'urgence des différents véhicules, et dans quelques cas est à l'origine de perte de contrôle lors de la manœuvre de dépassement.

Une part relativement importante des accidents survient **en courbe** (30%) – toujours de grand rayon et 3 fois sur 4 une **courbe à droite** (par rapport au véhicule qui effectue la manœuvre de dépassement). En outre, il conviendrait d'ajouter les accidents en alignement droit se situant à proximité des courbes qui peuvent influer sur la visibilité ou l'estimation des distances.

[24] Une telle manœuvre d'évitement est tentée dans au moins un tiers des accidents.

Dans plus de 90% des cas les manœuvres de dépassement ne sont pas interdites par le **marquage** (T1), même si la visibilité n'est pas satisfaisante (masque mobile dans une courbe à droite). Cependant, sur plusieurs sections le marquage a été modifié depuis, remplacé par une ligne continue…

Le véhicule qui dépasse est presque toujours un VL.

Le véhicule dépassé est dans 70% des cas un PL (le plus souvent un semi-remorque). Dans 20% des cas le véhicule léger dépasse plusieurs PL qui se suivent. Le dépassement d'un VL (non attelé) ne concerne que 20% des accidents.

Le véhicule venant en sens opposé et éventuellement heurté est assez souvent un PL (27%). Si les PL sont moins rapides, ils effectuent plus difficilement une manœuvre d'évitement (ou sont moins enclin à le faire ?) et ne laissent guère la possibilité à un passage à 3 véhicules de front.

On distingue pour les accidents de type D plusieurs configurations d'accidents.

D1. Conflit avec le flux de circulation opposé (2 tiers des cas)

Le véhicule ne peut achever ou interrompre son dépassement alors que survient un (ou plusieurs) véhicules en sens opposé et rentre en collision avec lui (ou eux). La collision est souvent frontale (mais pas systématiquement).

Souvent le véhicule dépassant comme le véhicule dépassé tentent une manœuvre d'évitement, en serrant à droite (rarement en se déportant à gauche), et/ou en freinent. Le véhicule qui dépasse essaye parfois de se rabattre entre les véhicules. Aussi, les conséquences de l'accident sont-elles minorées dans certains cas, par une vitesse de choc moindre, la collision frontale pouvant être évitée, un tiers des chocs sont plutôt latéraux et n'impliquent pas un blocage des véhicules.

Cependant, la gravité des accidents « D1 » reste élevée : 36% d'accidents mortels et IG de 130%.

Ces situations résultent bien sûr en général d'une mauvaise prise d'informations (voir ci-après). Parfois, le dépassement résulte d'une confusion avec une 2×2 voies (au moins 3 cas dont 2 juste après une voie d'insertion).

D2. Pertes de contrôle (un tiers des cas)

La gravité des accidents avec une perte de contrôle (D2) reste modérée : 14% d'accidents mortels, et IG de 60%.

On distingue deux sous-types selon le véhicule qui perd le contrôle.

D2a. Perte de contrôle du véhicule réalisant la manœuvre de dépassement (20% des cas)

Les accidents de type D2a résultent par exemple d'un écart vers la gauche du véhicule dépassé (2 cas) ; d'une course entre plusieurs véhicules (2)….

Le véhicule en perdition sort alors de la chaussée ou heurte un autre véhicule : celui qu'il dépasse, un véhicule venant en sens opposé…

D2b. Perte de contrôle du véhicule venant en sens opposé (4 cas soit 10% environ)

Le conducteur essaye d'éviter un véhicule réalisant une manœuvre de dépassement (dans des conditions limites…). Dans tous les cas le véhicule mord l'accotement ou la bande dérasée avant de perdre le contrôle. Il en résulte une sortie ou traversée de la chaussée, avec ou sans collision avec un autre véhicule venant en sens opposé.

La visibilité et la prise d'information avant la manœuvre de dépassement

Les pertes de visibilité franches liées au tracé ou aux masques latéraux (végétation, talus…) sont peu fréquentes et en tout cas sont très rarement en cause dans les accidents de type D. Les problèmes mis en évidence ou présumés (pouvant se cumuler) sont autres : les masques mobiles, la vitesse et les conditions de circulation.

Les masques mobiles

Il s'agit parfois d'un autre véhicule effectuant un dépassement, et se rabattant au dernier moment, mais le plus souvent des véhicules sur la même file de circulation (les véhicules dépassés sont souvent un ou plusieurs PL). Ce phénomène est quasi systématique dans les courbes à droite quel que soit le rayon. Un rayon même grand n'octroie pas une distance suffisante ; pire les conditions de visibilité sont alors ambiguës. Par exemple, avec un rayon de 2000 m, la distance de visibilité est de 200 m environ lorsque le VL dépassant un PL se situe sur la voie de gauche.

Le marquage axial ne tient pas souvent compte des masques mobiles (voir III.3.).

Les conditions de circulation

La différence marquée entre les vitesses désirées des VL et des PL (cf. IV), génère une forte demande de dépassement, même lorsque le trafic reste modéré. Cette forte demande couplée à une offre faible ou de piètre qualité – ce qui est fréquent (cf. III.2.2.) – incite sans doute à une prise de risque accrue.

Alors qu'il dépasse une file de véhicules, l'automobiliste se trouve aussi parfois piégé quand, devant se rabattre en urgence, il se trouve confronté à un « mur » de poids lourds sur la voie de droite. En effet, se rabattre en deux véhicules, en particulier deux PL, est très délicat : ces derniers roulant « en convoi » sont proches les uns des autres, et le VL doit simultanément réduire sa vitesse de 20 à 30 km/h pour pouvoir se ranger – le tout en quelques secondes…

La vitesse : *elle joue un rôle à plusieurs niveaux*

- La vitesse assez élevée de l'ensemble du flot, y compris les PL, réduit d'une part le différentiel de vitesse entre les véhicules et d'autre part les possibilités d'accélération du véhicule amorçant une manœuvre de dépassement : plus la vitesse initiale est élevée, moins l'accélération est importante. A plus de 100 km/h, l'accélération effective ne dépasse guère 0,5 à 0,7 m/s^2.
- Pour une distance de visibilité donnée, l'intervalle de temps offert est inversement proportionnel à la vitesse. Une distance de 500 m, distance de visibilité ou distance à laquelle se situe le premier véhicule venant en sens opposé correspond à une durée de 10 secondes pour une vitesse de 90 km/h, et de moins de 7 secondes à 130 km/h. En situation de conduite, l'estimation d'un éloignement est déjà approximative, l'estimation de la vitesse d'un véhicule venant en sens opposé est impossible ; aussi la marge de sécurité se dégrade à l'insu des conducteurs lorsque les vitesses s'accroissent,
- Les manœuvres d'évitement, de freinage d'urgence ou de rabattement entre 2 PL à des vitesses élevées (120 à 150 km/h) sont délicates, sinon vaines.
- Et évidemment, en dernier lieu au niveau de la gravité des accidents.

Exemples numériques

Un conducteur d'un VL entreprend de dépasser un semi remorque roulant à 90 km/h. Son accélération, supposée constante durant toute la manœuvre est de 0,7 m/s². Le temps nécessaire pour dépasser le PL est alors de 13 secondes minimum.[1] Sa vitesse en fin de manœuvre est de 120 km/h. Pendant la manœuvre il a parcouru une distance de 400 m et un véhicule circulant en sens opposé aurait également parcouru 400 m pour une vitesse de 110 km/h (près de 500 m pour 130 km/h).

⇨ La distance de visibilité nécessaire dans ces conditions est donc d'au moins 800 m !

⇨ Inversement, une distance de visibilité de 500 m ne laisse -t-elle que 7 à 8 secondes…

Si après quelques secondes la manœuvre est sérieusement entamée, le conducteur se rend compte qu'il n'aura pas le temps de l'achever[1], soit qu'un véhicule initialement masqué survienne, soit qu'il ait mal estimé la situation, il doit alors opérer en urgence : freiner et s'insérer dans sa file. Or, une distance par exemple de 300 m entre véhicules roulant en sens opposés ne laisse guère que 4 à 5 secondes…

V.2.3 Accidents aux points d'échange (« C »)

Seuls sont considérés ici les accidents ayant un lien direct et manifeste avec un mouvement d'échange. Des accidents qui se sont déroulés au droit ou à proximité du point d'échange mais sans lien évident avec le carrefour sont considérés comme relatifs à la section courante.

Les accidents au niveau des carrefours de raccordement avec la voirie ordinaire n'ont pas été recensés.

CD. Accidents au niveau des carrefours dénivelés (7%)

La part des accidents au niveau des échangeurs (en relation avec une manœuvre d'échange) reste modérée (7%) sans être vraiment négligeable. Leur gravité est inférieure à la moyenne globale (IG = 75%).

La configuration des accidents « CD » est diversifiée.

Accidents en sortie (3 cas)

Les accidents sur les bretelles de sortie (au-delà du biseau) sont assez rares. Dans les 3 cas concernés une alcoolémie délictueuse est constatée. D'autre part l'infrastructure ne semble pas avoir joué un rôle important, sinon en terme de sécurité secondaire.

Accidents en entrée avec voie d'insertion (3 cas)

Deux accidents résultent d'une manœuvre d'insertion d'un véhicule à faible vitesse (collision arrière ou manœuvre de déport) ; dans les 2 cas la voie d'insertion est (très) courte. L'autre cas est une tentative de prise à contre sens par temps de brouillard.

Accidents en entrée sans voie d'insertion (STOP ou cédez-le-passage) (3 cas)

Dans les 3 cas le véhicule s'insère sans marquer le STOP, qu'il n'a pas vu ou pas vu à temps du fait de conditions de visibilité réduite (accidents de nuit et brouillard dans un cas). La chaussée rendue glissante ne permet pas de s'arrêter à temps.

Aucun accident n'est constaté sur les bretelles d'entrée proprement dite (quel que soit le dispositif d'insertion).

Accidents sur la chaussée principale lors d'une manœuvre de demi-tour (3 cas)

Ces manœuvres font suite à une erreur sur la direction à prendre, de nuit. Le véhicule effectue un demi-tour (voire 2 demi-tours successifs) pour reprendre par exemple la bretelle qu'il a manqué ; au cours de cette manœuvre, il est alors heurté par un autre véhicule qui ne l'a pas vu à temps et ne peut l'éviter.

CP. Accidents au niveau des carrefours plans (5%)

Les carrefours plans ordinaires (STOP ou cédez-le passage)

Sur les routes express étudiées, ils sont rares et mineurs mais très souvent accidentogènes. Les accidents concernés sont en général de type cisaillements (5 cas sur 6). On ne déplore pas d'accidents mortels mais beaucoup de graves (IG = 90%).

Les carrefours giratoires

A la marge, on note un accident en entrée de giratoire et un autre sur une bretelle d'évitement d'un giratoire.

V.2.4 Autres types d'accidents (12%)

Les autres types d'accidents sont très marginaux et diversifiés. Il s'agit notamment :

- ⇨ ***de collisions arrières suite à un ralentissement de la circulation (5 cas)***
- ⇨ ***d'accrochage de nuit d'un piéton longeant ou traversant la chaussée (3 cas)***
- ⇨ ***d'accidents dus à des animaux errants sur la chaussée (3 cas)***

Photo n°10 : Trafic élevé, offre de dépassement très limitée, tracé tendu caractéristique d'une demi-autoroute, carrefours plans résiduels, absence de zone de récupération ; cette section de route nationale, archétype de la route express actuelle, mais loin du concept de la route de « type T », cumule les problèmes, les accidents graves et les articles des presse.

VI. CONCLUSIONS

La méthodologie adoptée est *a posteriori* satisfaisante. L'échantillon étudié est suffisamment important pour obtenir des résultats significatifs et représentatifs.

Elle permet notamment de cerner le niveau de sécurité et l'accidentologie des routes express, les principaux facteurs accidentogènes liés à l'infrastructure.

L'homogénéité d'une section à l'autre des constats relatifs au niveau de sécurité, à la typologie des accidents, aux vitesses pratiquées et à l'infrastructure est remarquable et consolide la portée des résultats.

VI.1 les principaux résultats

Une infrastructure hétérodoxe

Les routes express sont souvent utilisées au delà de leur domaine d'emploi normal ou préférentiel : en particulier **le trafic atteint ou dépasse 10 000 v/j une fois sur deux**.

Elles s'écartent surtout des recommandations de l'ARP, notamment en ce qui concerne :

- **le tracé** : pour la plupart des sections, il est de type autoroutier, régulier voire monotone, comportant de nombreuses courbes de grand rayon ;
- la **capacité de dépassement offerte**, souvent faible du fait de carences en alignement droit suffisamment longs, en créneaux de dépassement, et/ou du niveau de trafic élevé ;
- la ***zone de récupération***, absente ou insuffisante (bande dérasée non revêtue ou gravillonnée, dénivellation entre l'accotement et la chaussée) sur la majorité du linéaire ;
- la configuration des **fossés** (profonds)et des talus ;
- le traitement des points d'échanges, comportant généralement de **longues voies d'insertion** ;
- le maintien de quelques **carrefours plans ordinaires**

Aussi, les voies en service que l'on appelle « routes express » (fiche 2 du *Catalogue des types de routes*) peuvent difficilement être qualifiées de « routes de type T ».

Des vitesses élevées et excessives

Le niveau des vitesses est élevé – la V85 est moyenne de 120 km/h – voire très élevé sur certaines sections, y compris par temps de pluie où la V85 reste de 110 km/h. La vitesse intervient sans aucun doute de façon importante, sinon prépondérante dans l'accidentologie.

Ce niveau de vitesse est bien supérieur à celui prévu par les normes de conception (dans l'ARP, la V85 plafond pour une route bidirectionnelle est de 102 km/h) ou par les règles de signalisation (V85≤100 km/h dans le Livre 1).

Si le niveau élevé des vitesses s'explique en partie par les caractéristiques intrinsèques des routes de type T (dénivellation, route isolée de son environnement…) et par sa fonction (transit), les pratiques de conception (usage des normes autoroutières pour le tracé ou les échangeurs, plate-forme réalisée pour la phase future…) aggravent la situation.

Les vitesses des poids lourds sont remarquablement homogènes, toujours proches de 90 km/h.

Un niveau de sécurité médiocre et décevant

Le taux d'accidents corporels est modéré (6,6 acc./10^8 véh.km), mais la gravité relative est très élevée (40 tués et 80 blessés graves pour 100 accidents) et le taux d'accidents mortels (1,8 acc./10^8 véh.km) à peine inférieur à celui des routes ordinaires à 2 voies (2,3).

Le niveau de sécurité des routes express est globalement médiocre, décevant pour des routes assez récentes, généralement structurantes au niveau national, isolées de leur environnement et pourvues de caractéristiques géométriques « confortables » (tracé, carrefours…).

Les caractéristiques générales de ce type de route (dénivellation, pas de traversée d'agglomération, pas d'usagers vulnérables, l'absence de « points durs » (virage difficile, rétrécissement…), peu de conflits…) expliquent sans doute la modération du nombre d'accidents corporels. La gravité s'explique principalement par la configuration des accidents (50% de collisions frontales), le niveau des vitesses, et dans une moindre mesure la configuration des abords (talus et fossés).

Une accidentologie analogue sur toute les sections

L'accidentologie de toutes les routes express est essentiellement binaire. En effet, les accidents ont principalement deux origines :

- **dans 50% des cas une manœuvre de déport latéral involontaire**, impliquant soit une sortie de chaussée (19%), soit une collision souvent frontale avec un véhicule venant en sens opposé (31%) ;
- **dans 26% des cas une manœuvre de dépassement** impliquant une collision avec un véhicule venant en sens opposé (17%) ou une perte de contrôle (8%).

Hormis les accidents liés aux carrefours dénivelés (7%) ou plan (5%), les autres types d'accidents sont marginaux et d'une gravité plus modérée.

VI.2 Pertinence des recommandations techniques (ARP)

L'ARP : une base pertinente

Les recommandations de l'ARP relatives aux routes de type T ne semblent pas devoir être mises en cause, au-delà de le remise en cause éventuelle du type de route même. Au contraire, **une application plus stricte de l'ARP conférerait un niveau de sécurité sans doute bien meilleur aux routes express**.

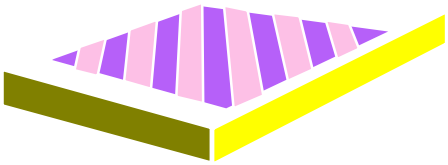
- ⇨ D'abord, en favorisant moins des vitesses excessives, en particulier par une connotation moins autoroutière de l'infrastructure. Certes, il est probable que le niveau des vitesses resterait assez élevé (le comportement des conducteurs français étant ce qu'il est), mais l'effet de levier de toute réduction de vitesse est important, notamment sur les accidents mortels.
- ⇨ En l'absence de séparateur central, on ne peut éviter de mortelles collisions frontales, mais leur nombre pourrait en être très sensiblement réduit en offrant des possibilités de dépassement plus nombreuses et meilleures, en évitant les zones ambiguës, en donnant des possibilités d'évitement et même de récupération (une part non négligeable des collisions frontales résulte d'un perte de contrôle après empiétement de l'accotement droit).
- ⇨ Le nombre et les conséquences des sorties de chaussée pourraient être aussi limités (bande dérasée revêtue, abords moins agressifs…
- ⇨ Sans parler des carrefours plans résiduels – type inapproprié.

L'intérêt d'une zone de récupération revêtue suffisamment large pour permettre des manœuvres de récupération et d'évitement est confirmé par les études. L'influence sur les vitesses de bandes dérasées revêtues de 2,00 à 2,50 m n'apparaît pas de façon évidente – la vitesse atteignant des niveaux similaires sur des sections comportant ou non un accotement revêtu.

Quelques compléments et précisions utiles

Une **capacité de dépassement théorique de 25%** peut se révéler quantitativement insuffisante dès lors que le niveau de trafic n'est pas modéré. Par ailleurs, la **distance de visibilité** de dépassement recommandée de 500 m paraît cependant un peu insuffisante pour effectuer un dépassement en toute sécurité dans les conditions d'exploitation (trafic, vitesse) effectives des routes express. Mais, exiger une distance supérieure n'aurait guère de sens…

Aussi, l'amélioration de la sécurité des manœuvres de dépassement passe par une meilleure estimation de l'offre de dépassement effective, prenant en compte le tracé ainsi que le niveau de circulation, et simultanément par un recours plus systématique au créneau de dépassement (voire l'aménagement de 2+1 voies alternées) ajustée aux besoins.[25]



[25] La thèse en cours de Laetitia Flûteaux (Université de Marne-la-Vallée), réalisée au SETRA, devrait apporter en 2001 des informations précises sur les conditions de circulation et de dépassement sur une route bidirectionnelle, en fonction de ses caractéristiques géométriques et du niveau de trafic.

VI.3 Comment améliorer la sécurité des routes express existantes

Des analyses précédentes, il est possible de proposer des pistes pour améliorer la sécurité des routes express existantes, mais le sujet mériterait une réflexion spécifique approfondie.

VI.3.1 Séparer les sens de circulation : une solution radicale, prometteuse, mais nécessitant de la circonspection

La séparation des sens de circulation par une barrière de sécurité serait une mesure sans doute très efficace en terme de sécurité, de nature à réduire fortement le nombre d'accidents mortels en **supprimant quasiment les collisions frontales** (les heurts contre des barrières de sécurité et même les chocs après rebond avec d'autres véhicules sont en moyenne beaucoup moins graves).

On peut ainsi espérer **réduire le nombre de tués de deux tiers environ** en supposant :

- une suppression presque totale des accidents liés à une manœuvre de dépassement, soit 21% des tués ;
- une forte réduction de la gravité des déports vers la gauche de la chaussée (55% des tués), même en tenant compte d'éventuels chocs secondaires avec un autre véhicule) ou une sortie à droite après le heurt du séparateur central ;
- la suppression de certaines manœuvres (demi-tour…) au droit des échangeurs.
- L'expérience suédoise illustre bien les gains que l'on pourrait obtenir ainsi.

Mais cette solution qui revient en fait à changer de type de route est contraignante et très coûteuse. En effet, la séparation des sens de circulation implique pour une 2×1 voies de créer de nombreux créneaux de dépassement, afin de maintenir un niveau de service acceptable sur ces routes qui supportent souvent des trafics assez élevés. Sa faisabilité dépend donc notamment de la plate-forme actuelle et des possibilités d'élargissement.

Elle peut par ailleurs générer des effets pervers, si sa mise en œuvre implique une réduction des accotements et éventuellement de la zone de récupération et de la zone de sécurité (rapprochement de la circulation des obstacles latéraux).

Photo n° 11 : Séparer les sens de circulation pour éviter les collisions frontales.

VI.3.2 Les solutions « traditionnelles »

Les autres solutions intéressantes et plus faciles à mettre en œuvre sont sans doute les suivantes :

⇨ aménager des **créneaux de dépassement** à des endroits judicieux et interdire le dépassement sur certaines zones dangereuses, notamment dans toutes les courbes à droite.	*Une bonne gestion des dépassements permettrait vraisemblablement de supprimer la majorité des 26% d'accidents (21% de tués) liés à une manœuvre de dépassement.*
⇨ aménager des **zones de récupération** de qualité, c'est à dire des bandes dérasée revêtues de 2 m minimum (la largeur de la plate-forme le permet généralement), propres (sans gravillons roulants), d'un aspect différent de celui de la chaussée, sans dénivellation avec la chaussée.	*En effet, les déports à gauche (55% des tués) résultent dans 20% des cas d'un empiètement initial sur l'accotement droit suivi d'un tentative de récupération excessive du conducteur.* *Ces zones offriraient en outre une chance d'évitement des collision frontales (50% des accidents, 75% des tués) – que la situation de conflit résulte d'un déport à gauche involontaire ou d'une manœuvre de dépassement.*
⇨ implanter des **barrières de sécurité en rive**, devant les fossés profonds, les talus dangereux ;	*…de façon à réduire fortement les conséquences des sorties de chaussée (23% des accidents).*
⇨ équiper les bandes de rive, de **systèmes sonores d'alerte** ;	*Le quart des accidents et des tués résultent d'un empiètement initial sur l'accotement droit.*
⇨ étudier un **équipement axial** spécifique (marquage renforcé et système sonore ?) – sans pour autant créer une séparation physique – alertant un usager se déportant à gauche, dissuadant les manœuvres de dépassement lorsqu'elles sont dangereuses, ou améliorant la lisibilité au droit des échangeurs.	*60% des sorties de voie sont des écarts simples vers la gauche de la chaussée, souvent liés à un assoupissement, une tâche annexe, etc.*
⇨ supprimer les carrefours plans ordinaires résiduels.	*5% des accidents pour quelques rares carrefours…*

☆
☆☆

BIBLIOGRAPHIE

[1] Autoroutes bidirectionnelles en 1ère phase – conditions de fonctionnement – CETE de l'Ouest – SETRA – 1984.

[2] Lettre circulaire DR sur l'aménagement des routes bidirectionnelles – du 15/11/1985

[3] Instruction interministérielle sur la signalisation routière – Livre I. (J.O. réf. 5347).

[4] Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison (ICTAAL) – circulaire DR du 22 octobre 1985 – SETRA – 1985. (réf B8547).

[5] Séminaire politique routière du 10 mai 1989 – SETRA – 1989.

[6] Catalogue des types de routes en milieu interurbain – Circulaire du 9 décembre 1991 – S.E.T.R.A. – 1991. (réf B9241).

[7] Sécurité des routes et des rues – SETRA ; CETUR – 1992. (réf E9228).

[8] Aménagement des Routes Principales [A.R.P.] – circulaire du 5 août 1994 – SETRA – 1994. (réf B9668).

[9] Note de P. Gaudemer (CGPC) au directeur des routes – La typologie routière face à l'évolution du contexte économique et de la sensibilité environnementale – 31 octobre 1997.

[10] Accotements et cinématique des véhicules légers – CETE Normandie-Centre ; UTAC – SETRA – juin 1998.

[11] Accidents par sortie de chaussée – CETE Normandie-Centre ; CEESAR – SETRA – février 1999.

[12] Accidents corporels de la circulation routière – Année 1998 – document de travail – ONISR, SETRA – juin 1999. (réf P1099).

[13] Réactualisation de la V85 sur le réseau autoroutier– SETRA – 1999 (rapport interne non diffusé).

[14] Compte rendu de la réunion du 23 juillet 1999 à la direction des routes relative à la modification de la typologie routière (circulaire du 5 décembre 1991) – juillet 1999.

[15] Les grands programmes routiers et autoroutiers d'aménagement – Etat d'avancement au 1er janvier 2000 – SETRA – 2000.

[16] 2+1 roads in sweden : 2nd Symposium international sur la conception géométrique des routes principales – Mayence – 14 au 17 juin 2000.

[17] Etude de sécurité de la RN39 (PR 100 à 127) – CETE Nord-Picardie ; CETE Normandie-Centre – DDE Picardie – décembre 2000. (rapport provisoire – non diffusé).

[18] Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison (ICTAAL) – circulaire DR du 12 décembre 2000 – SETRA – fév. 2001.

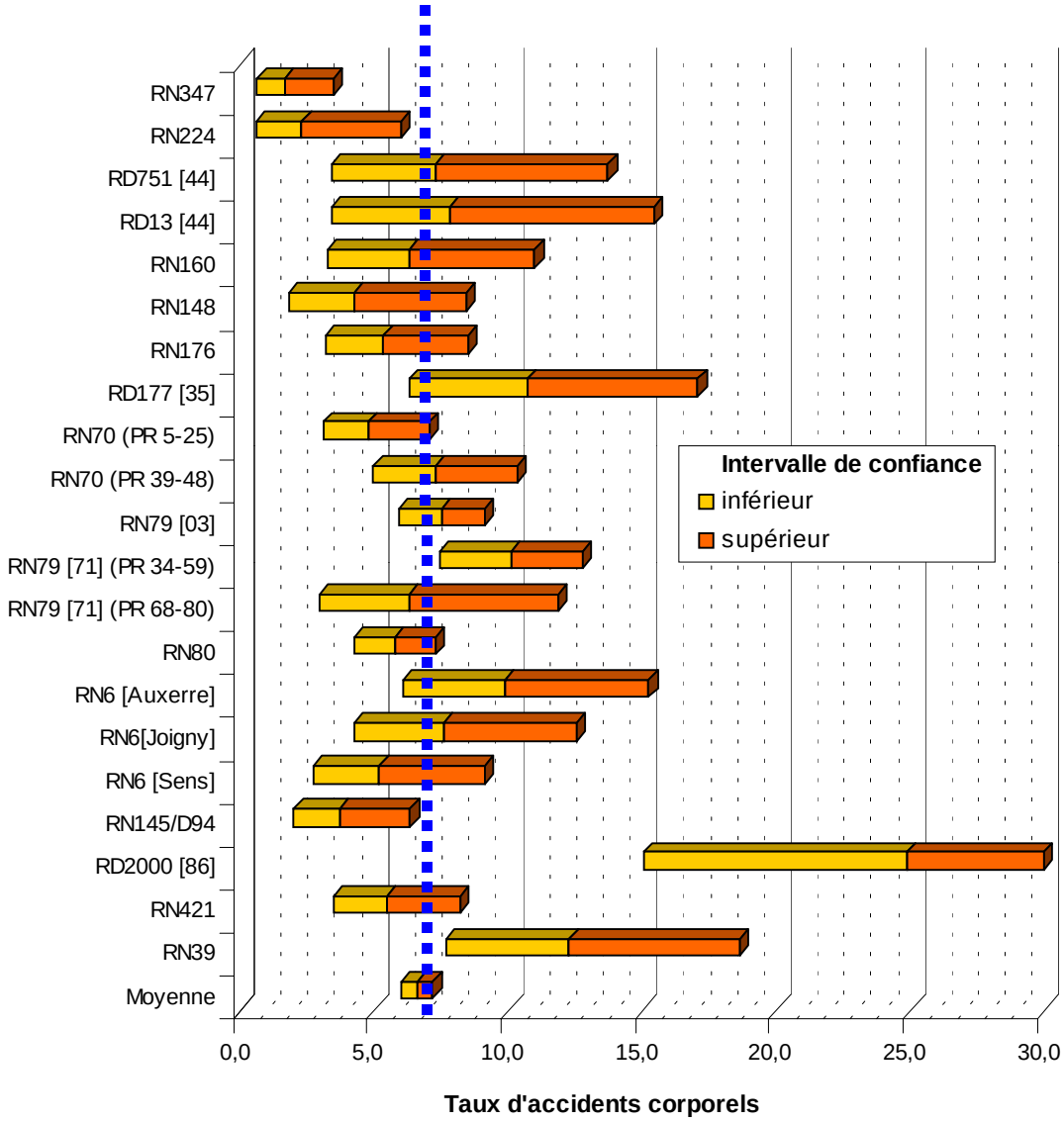
Les références **en gras** sont disponibles auprès du SETRA (bureau de vente ou service documentation).

ANNEXE 1 : IDENTIFICATION ET SECURITE DES SECTIONS ETUDIEES

ROUTE	Département	Linéaire (km)	TMJA (v/j)	durée (an)	Nombre d'accidents		Taux d'accident (acc/10^8 v.km)	
					corporel	mortel	corporel	mortel
RN347	Maine et Loire	7,5	21 800	5	5	2	1,7	0,7
RN224	Sarthe	8,3	8 500	5	3	1	2,3	0,8
RD751	Loire Atlantique	6,2	14 100	3	7	4	7,3	4,2
RD13	Loire Atlantique	6,6	6 400	5	6	1	7,8	1,3
RN160	Maine et Loire	7,0	11 200	5	9	3	6,3	2,1
RN148	Vendée	8,0	9 600	5	6	2	4,3	1,4
RN176	Ille et Vilaine	12,6	10 500	5	13	5	5,4	2,1
RD177	Ille et Vilaine	7,8	8 500	5	13	6	10,7	5,0
RN70 (PR 5-25)	Saône-et-Loire	20,0	10 800	5	19	7	4,8	1,8
RN70 (PR 39-47,8)	Saône-et-Loire	8,8	19 600	5	23	6	7,3	1,9
RN79 (PR 34-59)	Saône-et-Loire	25,0	8 400	5	39	6	10,1	1,6
RN79 (PR 68-80)	Saône-et-Loire	12,0	8 400	3	7	2	6,3	1,8
RN80 (PR 19-38)	Saône-et-Loire	19,0	19 400	5	39	14	5,8	2,1
RN6 (dév. Auxerre)	Yonne	6,5	12 800	5	15	4	9,9	2,6
RN6 (dév. Joigny)	Yonne	9,6	8 200	5	11	0	7,6	0
RN6 (dév. Sens)	Yonne	9,5	9 900	5	9	2	5,2	1,2
RD2000 (dév. Limoges)	Haute-Vienne	14,0	5 500	2	14	3	24,9	5,3
RN145/RD94 (Montluçon)	Allier	18,1	8 000	5	10	2	3,8	0,8
RN79 (0-65)	Allier	68,2	6 500	5	61	18	7,5	2,2
RN421	Nord	10,9	15 700	5	17	4	5,5	1,3
RN39	Pas de Calais	27,3	8 700	1,5	16	3	12,3	2,3
Ensemble		**312,9**	**9 600**	**4,6**	**342**	**95**	**6,6**	**1,8**

Les sections correspondant aux lignes plus foncées ont fait l'objet d'un diagnostic détaillé.

Figure 8 : Intervalle de confiance (niveau de confiance de 90%) du taux d'accidents corporels (en accidents/10^8 véh.km) pour chaque section, comparé à la moyenne.



Quelques sections présentent un bon niveau de sécurité (RN224 et RN347), mais certaines s'avèrent particulièrement accidentogènes (RD 2000 et RN 39 notamment). Pour la plupart des sections cependant, le taux d'accident n'est pas significativement différent de la moyenne étant donné la largeur des intervalles de confiance.

ANNEXE 2 MESURES DE VITESSES PAR SECTION

- Les valeurs entre parenthèses correspondent à des mesures réalisées par temps de pluie
- **Les valeurs en gras sont des moyennes par section ou générales.**
- Le signe « **+** » indique les valeurs sous-estimées par le protocole de mesure utilisé.

Section	Type de véhicule →		VL				PL			
	Mesure	Vitesse	Moyenne		V85		Moyenne		V85	
		Sens	1	2	1	2	1	2	1	2
RN70	radar temps sec et pluie	***Ensemble***	**114 (100)**	**114 (100)**	**124 (107)**	**125 (113)**	**88 (83)**	**88 (83)**	**90 (85)**	**91 (86)**
		PR 10+200	115 (104)	115 (100)	129 (114)	127 (108)	88 (84)	88 (84)	90 (86)	90 (86)
		PR 17+200	113 (96)	113 (96)	119 (101)	123 (104)	88 (83)	88 (81)	98 (85)	92 (85)
		PR 22+400	(100)	(103)	(107)	(127)	(82)	(85)	(85)	(88)
RN79	radar pluie	***Ensemble***	**(105)**	**(107)**	**(115)**	**(114)**	**(86)**	**(89)**	**(89)**	**(93)**
		PR 40+500	(106)	(108)	(114)	(111)	(86)	(89)	(87)	(92)
		PR 46+000	(101)	(110)	(105)	(124)	(85)	(90)	(89)	(97)
		PR 51+000	(109)	(103)	(125)	(108)	(86)	(89)	(90)	(91)
RN79	radar temps normal	***Ensemble***	**117**	**114**	**128**	**127**	**88**	**86**	**91**	**89**
		PR 3+700	107	113	120	128	89	81	93	86
		PR 7+500	117	113	131	126	86	85	87	88
		PR 13+900	120	116	130	128	89	89	91	91
		PR 19+500	124	113	138	125	90	80	93	88
		PR 28+900	118	113	119	120	88	88	91	91
		PR 33+500	108	106	120	120	87	88	90	90
		PR 41+200	116	122	125	136	88	89	91	91
		PR 50+800	123	117	139	132	90	88	92	90
		PR 55+500	118	114	123	120	89	90	91	91
RN145/ RD94	radar temps normal	***Ensemble***	**115**	**121**	**125**	**129**	**90**	**91**	**91**	**93**
		PR 12+500	112	118	123	125	89	89	91	91
		PR 21+000	117	124	126	132	90	92	91	94
RN39	Radar[26]	**Ensemble**	non fournie		**111**	**112**	non fournie		**89**	
		PR 100-109			115	121			85	91
		PR 109-115			115	114			90	88
		PR 116-125			102	102			92	
RD2000	compteur	PR 0 - 5,6	92+	96+	108+	110+	84+	86+	96+	100+
		PR 5,6 - 14	95+	98+	111+	114+	85+	90+	98+	102+
RD177	borne Vietest[27]	PR 39+000	98	92	112	102	86	84	89	88
RN176	compteur mesures tout véh. (y.c. véh. gênés)	***Ensemble***	**101+**	**99+**	**116+**	**115+**	pas de donnée PL			
		PR 23+000	97+	98+	109+	112+				
		PR 12+000	105+	100+	123+	118+				
RN160			95+	90+	105+	102+				
Ensemble des sections	**temps sec**		**110**		**121**		**89**		**91**	
	pluie		**103**		**112**		**85**		**88**	

[26] Une partie des véhicules sont cependant gênés, compte tenu du niveau de trafic, au moment de la mesure.
[27] Les mesures peuvent être sensiblement biaisée, le véhicule du CETE étant visible (surtout sens 2).

ANNEXE 3 FONCTIONNEMENT DES CARREFOURS DENIVELES SUR ROUTE BIDIRECTIONNELLE

Conclusions du groupe de travail (1997)

Une vingtaine de carrefours dénivelés se situant sur des routes bidirectionnelles de type « route express » ou de type « routes ordinaires », ont fait l'objet d'une étude de leur fonctionnement, de leur sécurité, et de leurs caractéristiques.

Peu d'accidents sont recensés sur les échangeurs qui ont fait l'objet d'études plus approfondies (monographies réalisées par les CETE).[28] La connaissance de l'accidentologie des routes bidirectionnelles dénivelées (*Sécurité des routes et des rues*) n'est donc pas remise en cause. Cependant les études révèlent plusieurs problèmes de fonctionnement, des configurations géométriques favorisant des comportements accidentogènes (même si des accidents ne sont pas forcément recensés).

Fonctionnement (niveau de service, confort et conflits)

Dans certaines configurations de géométrie et de trafic, des véhicules de la route principale sont nettement gênés par des véhicules s'insérant et « forçant » plus ou moins le passage. Ce problème est d'autant plus aigu que le trafic lourd est important, les vitesses d'insertion plus faibles, et (en l'absence de voie d'insertion) les conditions de giration (tourne-à-droite) plus difficiles.

Des configurations apparemment plus favorables à l'insertion (incidence de la bretelle très oblique) soulèvent des problèmes d'autres natures comme une prise d'information difficile à gauche.

En l'absence de voie d'insertion, une surlargeur revêtue dans la concavité de la courbe de raccordement (bord droit de la chaussée), parait être une mesure intéressante pour faciliter les conditions de giration des PL s'insérant sur la route prioritaire. Il semble important de ne pas inciter les véhicules légers à l'utiliser (trajectoires trop fluides, perception de la perte de priorité, etc.), de ne pas marquer cette zone par un zébra et de la différencier de la chaussée.

Toutefois, l'absence de voie d'insertion ou de décélération n'est pas forcément incompatible avec le niveau de service qui s'attache aux routes de type T. Cela dépend des trafics en présence (directs et d'échange), aussi bien en terme de volume que de composition.

Certains tracés en grande courbe ou (plus rarement) présentant un profil en long convexe, posent des problèmes de visibilité, notamment pour les véhicules en insertion.

Dépassement

Le dépassement est généralement autorisé (marquage T1 en axe) au droit des échangeurs, lorsque les conditions de visibilité sont satisfaisantes, et cela ne semble pas poser de problème particulier.

Comportements

C'est sans doute sur ce registre que le plus de dysfonctionnements liés à la géométrie sont recensés.

[28] L'enjeu sécurité est en moyenne nettement plus faible sur les carrefours dénivelés que sur les carrefours plans. Par ailleurs, tous les CETE n'ont pas fait une étude accidentologique détaillée à partir des procès verbaux d'accidents

Certaines configurations géométriques génèrent des allongements de parcours notables et, conséquemment, des comportements illicites de la part des usagers locaux (par exemple : demi-tour interdit sur la voie secondaire, jusqu'à un giratoire éloigné de quelques centaines de mètres).

Des demi-tours sur la section courante sont assez souvent observés, ainsi que des manœuvres de tourne-à-gauche, que ce soit en présence ou non de voie d'insertion. Certaines géométries favorisent davantage que d'autres ces manœuvres illicites (et dangereuses), mais aucune ne permet de s'affranchir de ce risque. Les lignes continues ne dissuadent évidemment pas les manœuvres interdites. La « fermeture » par un TPC, n'apparaît pas forcément comme une solution nécessaire (pour ce problème), et il faut prendre en compte d'éventuels effets pervers.

Des hésitations, voire des erreurs involontaires sont parfois commises ; elles sont dues à une signalisation peu visible ou lisible, ou à un tracé ambigu, peu naturel, etc.

Si la géométrie de détail ne saurait être négligée pour induire un comportement adéquat des usagers, c'est en premier lieu la conception générale qui est fondamentale.

Géométrie

De nombreux points relatifs à la géométrie sont traités par ailleurs ; quelques compléments peuvent être donnés.

La configuration d'ensemble des échangeurs est très hétérogène. Il semble important de définir un nombre relativement restreint de schémas type, pouvant répondre aux différentes conditions locales.

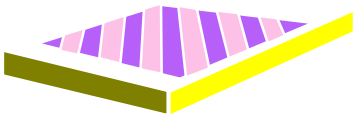
Le choix entre passage supérieur et passage inférieur est généralement induit par la configuration du site. On ne peut pas considérer a priori le PI comme une « mauvaise disposition », même si le PS reste souvent préférable pour des raisons de lisibilité et de dynamique des véhicules au points d'accès.

La géométrie des bretelles semble un point important (dévers, profil en long, tracé en plan) qui n'est pas toujours bien traité : dynamique du véhicule y circulant, conditions d'approches aux carrefours de raccordement à la voie secondaire.

Régime de priorité

Le STOP pose généralement des problèmes. Le cédez-le-passage doit rester la règle, quelle que soit la géométrie de l'insertion.

ANNEXE 4 RECOMMANDATIONS DE L'A.R.P.



(pour la conception des routes de type T)

Nota : les recommandations générales – s'appliquant à l'ensemble des routes principales (hors autoroutes) – ne sont pas indiquées : seulement les règles spécifiques aux routes de type T.

Définition

Les routes de type T, pour lesquelles la fonction d'écoulement du trafic de transit à moyenne ou grande distance est privilégiée, sont les " routes express à une chaussée ".

Remarques sur les caractéristiques

Le linéaire en service de routes de type T est encore insuffisant pour que le fonctionnement de ces routes puisse être parfaitement connu. Cela est de nature à renforcer l'attention à apporter à l'application et à la rigueur des principes d'aménagement qui concernent les routes de type T.

Accès sur les routes de type T

Les accès riverains sur les routes de type T ou L sont bien entendu interdits. Ces routes doivent donc faire l'objet d'un classement.

Catégories attachées aux routes de type T

On distingue:

- *la catégorie T80 qui, en relief vallonné, est généralement bien adapté compte tenu des objectifs de confort attachées à ce type de route et des contraintes de coût ;*
- *la catégorie T100 qui est généralement bien adaptée lorsque les contraintes de relief sont faibles.*

Choix du nombre de voies (profil en travers)

Concernant le choix du profil en travers (notamment le nombre de voies), la méthode préconisée par l'État, pour ce qui le concerne, est la méthode d'analyse multicritères, telle qu'elle est décrite dans l'instruction relative aux méthodes d'évaluation des investissements routiers en rase campagne. Elle repose sur l'évaluation des avantages et des coûts pour les usagers et pour la collectivité.

Changement de profils en travers types et de nombre de voies

Le passage d'un profil en travers à deux chaussées de type L à un profil en travers à une chaussée (type T ou R) doit être marqué par un aménagement fort, susceptible de modifier considérablement les comportements (par exemple un dispositif de type "fin provisoire d'autoroute", où l'usager sort par une voie de décélération et la bretelle d'un échangeur avant d'aborder la route à une chaussée, etc.).

Aménagement par étapes d'une liaison en route de type T (ou L)

La transformation progressive d'une route existante en route de type T (ou L) doit prendre en compte des règles particulières, si l'on veut maintenir la cohérence et la sécurité de la liaison dans les étapes intermédiaires d'aménagement. La dispersion le long d'une liaison de plusieurs tronçons aménagés (avec des caractéristiques de type T ou L) parmi des sections non aménagées crée des problèmes de sécurité liés au maintien de comportements inadaptés en aval des tronçons aménagés. En particulier, les effets négatifs sur la sécurité en aval de tronçons aménagés à deux chaussées ont été mis en évidence. Le cas de créneaux de dépassement courts et espacés, qui évitent les phénomènes d'accoutumance à la vitesse, est différent. Le principe général à respecter est celui de la cohérence de la route dans l'espace et dans le temps (c'est-à-dire à chaque étape d'aménagement).

Déviation lors d'un aménagement par étapes

Une déviation gagne donc à être intégrée dans l'aménagement complet de la liaison, ou dans une étape d'aménagement (section longue et continue), ou réalisée en respectant l'ordre d'une stratégie "à l'avancement" (c'est-à-dire quand les tronçons situés en amont ont été aménagés). A l'inverse, pour des raisons de sécurité, différer l'aménagement d'une déviation en laissant une traversée d'agglomération encadrée par des sections aménagées n'est pas recommandée.

Réalisation d'une route nouvelle à deux chaussées en deux phases transversales

La réalisation d'une première chaussée à deux voies en attente d'une deuxième chaussée à terme pose plusieurs problèmes :

- *si la réalisation suit les règles de conception propres aux routes à deux chaussées, l'absence d'exigence de visibilité de dépassement dans ces règles aboutit à l'insuffisance des possibilités de dépassement en phase provisoire ;*
- *tous les aménagements préparant la deuxième phase (plate-forme et ouvrages réalisés pour la phase définitive, dissymétrie des accotements et des glissières, etc.) donnent une image ambiguë de l'infrastructure ; en phase provisoire l'usager peut avoir l'illusion d'être sur une route à deux chaussées, ce qui est à l'origine d'accidents.*

D'autre part, si la deuxième phase est prévue à un terme assez proche de l'aménagement de la première phase (8 à 10 ans), le bilan économique n'est pas favorable.

Pour la réalisation d'une route nouvelle à 2x2 voies en deux phases transversales il convient de respecter les recommandations suivantes :

- *si la réalisation de la deuxième phase est prévue à un terme proche, réaliser directement la route à deux chaussées (ou différer de quelques années la réalisation de la route à deux chaussées, pour la construire en une seule étape) ;*
- *si l'échéance est lointaine ou imprécise, différer toute réalisation de la route à deux chaussées, et réaliser une route à une chaussée en tant que telle, sans aucun aménagement préparant la deuxième phase ;*
- *dans le cas où par exception un phasage transversal s'imposerait, réaliser une première phase strictement conforme aux règles de conception des routes à une seule chaussée, et différer dans la plus grande mesure possible les aménagements préparant la deuxième phase ; en particulier éviter les ouvrages et surtout les plates-formes prévus pour la phase future, ainsi que les voies d'insertion. Une variante possible concernant les ouvrages consiste en la réalisation d'ouvrages dont le mode de construction permet de différer le prolongement, ou dont la brèche inutilisée est totalement masquée.*

Rappelons cependant qu'une route à 2 ou 3 voies, avec carrefours dénivelés et sans accès riverains, conçue clairement en tant que telle (et non comme une phase provisoire) est une solution satisfaisante, mais que la pratique du "phasage transversal" nécessite des précautions importantes, et qu'elle n'est intéressante économiquement que lorsque le délai entre les phases de réalisation est suffisamment long.

Maintenir une possibilité de doublement à très long terme est une autre préoccupation qui peut être gérée par une préparation strictement réduite aux aspects fonciers (réservations des emprises, gestion des problèmes d'accès et de désenclavement).

Service à l'usager

Les routes de type T devraient donner lieu à une démarche plus systématique : aires de repos et de service régulièrement espacées.

Créneaux de dépassement

Elargissement progressif

Lorsque les créneaux sont trop longs ou trop proches, des conséquences négatives sur la sécurité se font sentir, en liaison avec des comportements inadéquats en aval de ces aménagements. Un créneau ne doit pas être conçu comme un moyen de mise à 2x2 voies progressive. L'élargissement progressif d'un axe relève d'autres méthodes et demande d'autres précautions (voir la question de l'environnement).

Les élargissements localisés (à 3 voies ou 2x2 voies) et espacés le long d'une route à deux voies, constituent un moyen d'augmenter le confort grâce à des possibilités régulières de dépassement. Ils ne sont justifiés que lorsque le trafic est proche du seuil de saturation, surtout lorsque la visibilité est limitée.

Route en terrain plat

L'efficacité économique est optimale pour des longueurs variant entre 1 000 à 1 250 m pour les cas en terrain plat. Ces longueurs ne comprennent pas les dispositifs d'extrémité. Les valeurs données ci-dessus doivent être considérées comme des valeurs maximales du point de vue de la sécurité.

Route à fortes rampes

L'efficacité économique est optimale pour des longueurs variant entre 400 à 600 m pour les cas des fortes rampes. Ces longueurs ne comprennent pas les dispositifs d'extrémité. Toutefois, dans les fortes rampes, on peut envisager de prolonger la voie supplémentaire montante sur l'ensemble de la rampe. Les valeurs données ci-dessus doivent être considérées comme des valeurs maximales du point de vue de la sécurité.

Sécurité

Les créneaux doivent également être suffisamment espacés pour être d'une efficacité économique optimale. La distance optimale entre deux créneaux successifs varie selon le trafic et la configuration de l'axe, mais en tous les cas une distance inférieure à 4 ou 5 km ne présente pas d'intérêt du point de vue économique ni du point de vue du fonctionnement. Il est également important pour la sécurité de ne pas adopter des interdistances inférieures (en particulier dans le cas de créneaux à 2 chaussées) pour ne pas créer une ambiguïté dommageable concernant le type de route, avec les conséquences négatives qui en résulteraient en matière de comportements.

Routes à trois voies

Ces routes ne sont pas plus dangereuses (elles sont en moyenne moins dangereuses) que les routes à deux voies. Il importe cependant :

- *de respecter les conditions de sécurité relatives aux accotements et obstacles (ce qui exclut généralement la réalisation d'une route à 3 voies à partir d'une route à deux voies sans élargissement de plate-forme) ;*
- *de ne pas réduire à 3 m les largeurs de voies.*

L'affectation de la voie centrale est nécessaire dès que la visibilité de dépassement est inférieure à 500 m. Elle peut être également envisagée de façon systématique le long d'un axe.

L'affectation de la voie centrale à l'un des deux sens de circulation ne doit pas être maintenue sur une longueur supérieure à 1 250 m, non compris les dispositifs de transition, une longueur inférieure à 1 km est généralement recommandée.

Profil en travers en section courante

Nombre de voies

Le nombre de voies est déterminé après des études préalables prenant en compte des données de trafic, des objectifs de niveau de service et des éléments économiques et politiques.

Largeur des voies (routes neuves)

La largeur des voies de circulation, en rase campagne, est normalement de 3,50 m pour les routes principales en aménagement neuf. L'adoption de largeurs plus réduites est à éviter sur les routes de type T

Fonctions principales de la bande dérasée

La bande dérasée doit :

- *permettre la récupération de véhicules déviant de leur trajectoire normale. C'est en ce sens qu'elle peut être qualifiée de "zone de récupération",*
- *permettre l'évitement de collisions "multi-véhicules" en autorisant des manœuvres d'urgence de déport latéral sur l'accotement (cas des collisions liées au dépassement),*

- *permettre aux piétons de circuler en sécurité.*
- *permettre l'arrêt d'un véhicule,*
- *et faciliter les opérations d'entretien de la chaussée et de ses dépendances .*

Le revêtement de la bande dérasée assure une sécurité meilleure que sa simple stabilisation et permet surtout de garantir la permanence dans le temps des qualités de sécurité de l'accotement (pas d'accotement totalement enherbé, pas de saignées, pas de différence de niveau entre la chaussée et l'accotement). L'entretien est en outre simplifié.

Bande dérasée et sécurité

Lorsque la bande dérasée est revêtue, il est souhaitable de rechercher un contraste suffisant pour marquer une différence visible avec la surface de la chaussée. Dans certains cas, il peut être intéressant de prévoir à proximité immédiate de la chaussée une bande un peu plus (ou un peu moins) sonore que la chaussée (striage, marquage à protubérances) pour alerter les usagers sortant de la chaussée; mais sur la plus grande partie de la bande dérasée, la surface doit être assez confortable pour les catégories d'usagers qui ont à y circuler.

Dimensionnement et traitement de la bande dérasée

- *Routes neuves : BDD de 2,50 m (2,00m minimum) revêtues.*
- *Aménagement sur place : Même disposition à terme. Prévoir à court terme une bande dérasée en général de 2 à 2,50 m, au moins stabilisée.*

Largeur de la zone de sécurité

La largeur de cette zone de sécurité vaut, à compter du bord de chaussée :

- *4 m en aménagement de routes existantes,*
- *7 m en aménagement neuf, ou en cas d'implantation d'obstacles nouveaux sur une route existante [8,50 m pour le cas d'un créneau à 2x2 voies limités à 110 km/h].*

Tracé en plan et profil en long

Une fois le tracé défini par le projeteur, il est important de procéder à des vérifications en adoptant le point de vue de l'usager de la route. Ces vérifications portent principalement sur la visibilité et permettent à un tracé d'être considéré comme valide. Elles reposent sur la simulation des vitesses résultant du tracé proposé, la déduction des distances de visibilité nécessaires et la confrontation avec les distances de visibilité effectivement offertes par le tracé proposé. Elles peuvent conduire à modifier le tracé.

Grands rayons de courbure dans un tracé en plan

L'utilisation fréquente ou systématique de grands rayons de courbure peut se révéler néfaste en aboutissant à une limitation des possibilités de dépassement sûr, et en encourageant les usagers à pratiquer une vitesse continûment élevée, défavorable à la sécurité et notamment à la sécurité dans les carrefours et les quelques points durs (accoutumance à la vitesse, diminution de la vigilance).

Rayons de courbure dans le tracé en plan de routes neuves

Il convient en outre, pour les projets de routes neuves:

- *d'éviter les tracés en succession de grandes courbes (tracés de type autoroutier),*
- *de recourir de préférence à des alignements droits (au moins 50 % du linéaire pour permettre l'implantation de carrefours et de zones de visibilité de dépassement dans de bonnes conditions) alternant avec des courbes moyennes (de rayon supérieur au rayon minimal, et ne dépassant guère le rayon non déversé).*

Tracé en plan et possibilités de dépassement (routes à 2 voies, ou 3 voies sans affectation de la voie centrale)

En pratique, il est souhaitable de prévoir des zones du tracé spécialement étudiées pour répondre aux exigences relatives à la visibilité de dépassement. Pour cela il est nécessaire de combiner tracé en plan rectiligne, profil en long rectiligne ou concave (ou convexe mais avec rayon en angle saillant supérieur à

30 000 mètres environ), si possible sur une longueur de l'ordre de 800 mètres au moins (pour que la visibilité de dépassement de 500 mètres soit assurée pendant quelques centaines de mètres au moins).

Profil en long lors de l'aménagement d'une première phase à deux voies, pour une route à 2 2 voies à terme

Pour l'aménagement de la première phase, il faut prendre garde à bien offrir les conditions de visibilité de dépassement exigées pour les routes bidirectionnelles.

Visibilité

Distance de visibilité

La vitesse V85 à prendre en compte peut être légitimement écrêtée au niveau de la limitation de vitesse (90 km/h dans le cas général) sauf pour ce qui est du calcul de la visibilité au niveau des carrefours.

Visibilité pour le dépassement

En pratique, seules les distances de visibilité de l'ordre de 500 m et plus permettent d'assurer, pour un pourcentage appréciable (30 à 50 %) des situations (vitesses relatives des véhicules en présence, etc.), des possibilités de dépassement sûr.

Il est raisonnable de chercher à assurer de telles distances de visibilité (> 500 m) sur une proportion d'au moins 25 % de la longueur du projet (en évitant si possible de concentrer ces 25 % sur une seule section du tracé). En dehors de ces zones, aucune contrainte relative à la visibilité de dépassement n'est à prendre en compte.

Il est à noter que cet objectif requiert en général un pourcentage d'alignements droits beaucoup plus important, les alignements droits pouvant souffrir de limitations de visibilité du fait du profil en long.

Utilisation des créneaux de dépassement

Lorsque la proportion de zones de dépassement n'atteint pas 25 % de la longueur d'un projet, des créneaux de dépassement peuvent permettre d'offrir des possibilités complémentaires pour le dépassement.

Visibilité pour le dépassement : cas des routes à 3 voies

Dans le cas particulier des routes à trois voies, il est recommandé d'affecter la voie centrale à un sens de circulation dès que la visibilité est inférieure à 500 m.

Eléments influant sur la visibilité à prendre en compte dans la conception - Les masques mobiles en courbe à droite

En ce qui concerne la visibilité de dépassement, il faut prendre en compte le masque mobile que peut constituer le véhicule à dépasser. En pratique, dans la gamme des rayons du tracé en plan couramment utilisés et recommandés, les courbes à droite n'offrent jamais une visibilité telle qu'elles puissent être prises en compte dans le linéaire des zones offrant une bonne visibilité de dépassement. Dans les calculs automatiques, une hypothèse de masque mobile peut être définie. Elle permet de mieux apprécier les visibilités offertes dans les transitions courbe / droite en particulier.

Carrefours

Aménagements possibles

Les routes de type T sont aménagées avec un objectif de haut niveau de service et dans l'optique de privilégier le trafic de longue distance. L'aménagement des carrefours et accès doit donc viser à limiter les gênes et ralentissements liés aux mouvements d'échange entre la route et les voies secondaires ou l'environnement de la route. Il est donc logique de prévoir une interdiction des accès riverains et une dénivellation systématique des points d'échange et traversées.

Si une section de type T est créée à partir d'une section de route existante, les points d'échange et d'accès doivent être traités de façon cohérente: dénivellation avec ou sans échange, ou suppression du carrefour et rabattement sur un carrefour voisin, suppression des accès riverains, désenclavement et aménagement d'une éventuelle voirie parallèle (pour les usagers non autorisés à utiliser la route). En aucun cas on ne peut admettre de déniveler les principaux points d'échange tout en différant les autres dispositions.

Aménagements de carrefours interdits ou peu recommandés

Le maintien de quelques carrefours plans ordinaires est incompatible avec la sécurité. Les carrefours giratoires, peu compatibles avec l'objectif de haut niveau de service, ne peuvent être envisagés qu'en tant que solution de "bornage" en fin (provisoire ou définitive) d'aménagement, notamment en entrée d'agglomération (la seule autre disposition satisfaisante en fin d'aménagement étant le dispositif de type "fin provisoire d'autoroute", l'usager sortant par une voie de décélération et une bretelle d'échangeur avant de retrouver la voirie ordinaire).

Aménagement d'un carrefour dénivelé ou échangeur

L'implantation d'un carrefour dénivelé doit permettre de respecter les conditions générales de visibilité, et en cas d'échange entre les deux voies, les conditions de perception du point d'échange et les conditions de visibilité pour les usagers non prioritaires.

Le schéma d'un carrefour dénivelé est lié à l'intensité des trafics d'échange entre les deux voies et à la configuration du site (topographie, occupation du sol, etc.).

L'implantation d'un carrefour dénivelé dans une courbe ou à proximité d'un point haut est donc très généralement déconseillée, sauf dans le cas d'une dénivellation sans échange (sous réserve que les masques dus à l'ouvrage ne compromettent pas les conditions de visibilité à remplir en section courante).

Il faut rechercher une géométrie aussi simple que possible. Cependant l'échangeur giratoire double est à préférer très généralement à l'échangeur avec giratoire unique.

Raccordement des bretelles dans les carrefours dénivelés

Le raccordement des bretelles à la route secondaire doit être traité selon les mêmes principes que les carrefours plans. La capacité de ces raccordements est à vérifier (en particulier en approche d'agglomérations importantes). Le raccordement des bretelles à la route principale peut être traité de façon légèrement différente: le dessin de l'îlot doit décourager les mouvements interdits.

Aménagement d'un carrefour dénivelé sur une route de type T

Sur les routes de type T, on peut dans certains cas (notamment justifiés par les niveaux de trafics concernés) envisager d'y aménager des voies de décélération à droite. L'implantation d'une voie de décélération dans une courbe à gauche, surtout si elle est dans le prolongement de l'alignement droit précédent, crée une ambiguïté concernant la trajectoire à suivre, à l'origine de certains accidents.

S'agissant de routes à une chaussée, les voies d'insertion sont à éviter: elles engendrent une grave ambiguïté de perception pour le trafic principal de sens inverse, en l'absence d'aménagement central. Cette ambiguïté est directement à l'origine de collisions frontales graves au niveau de l'échangeur. D'autre part, l'absence de voie d'insertion est un moyen de signifier clairement à l'usager qu'il n'entre pas sur une infrastructure à deux chaussées unidirectionnelles (à carrefours dénivelés et sans accès). S'il existe un problème de visibilité au débouché de la bretelle sur la route principale, le mieux est de décaler le point d'accès de la bretelle (plutôt que de réaliser une voie d'insertion, même avec aménagement central associé).

Position relative d'une route secondaire par rapport à une route principale de type T dans un carrefour dénivelé

La position relative (supérieure ou inférieure) de la route secondaire par rapport à la route principale est généralement imposée par la configuration du site d'implantation ou de la voirie existante et par l'économie du projet. Toutefois, d'une manière générale, on préférera placer la voie secondaire en position supérieure à cause de la cohérence du sens des pentes des bretelles de raccordement avec le comportement dynamique des véhicules (accélération en pente et décélération en rampe).

Cas des routes en relief difficile

On recherche dans ce cas à assurer un haut niveau de service en réalisant des investissements importants (échangeurs). Il est donc logique, malgré les contraintes liées au relief, d'adopter des caractéristiques de tracé en plan modérément contraignantes (peu de rayons inférieurs à 120m) et un profil en travers relativement large (accotements convenables).

Ce document est propriété de l'Administration, il ne pourra être utilisé ou reproduit, même partiellement, sans l'autorisation du SETRA
© 2001 SETRA

Ce document fait la synthèse des travaux d'un groupe de travail du réseau technique et animé par le SETRA, relatif à la sécurité **des routes express à une chaussée**, dans l'acception du *Catalogue des types de routes en milieu interurbain* et de l'A.R.P.

A l'attention des personnes dont l'activité est en relation avec la sécurité routière, mais aussi de la conception et de la programmation, il permet de cerner le niveau de sécurité et l'accidentologie des routes express, les principaux facteurs accidentogènes liés à l'infrastructure.

Il met notamment en évidence :

- les caractéristiques techniques hétérodoxes de l'infrastructure ;
- des vitesses élevées et excessives ;
- un niveau de sécurité globalement médiocre et décevant, marqué par une fréquence modérée d'accidents corporels, mais une gravité considérable ;
- une accidentologie analogue sur toutes les sections ;
- une typologie d'accidents binaire, où les accidents liés une manœuvre de déport latéral involontaire (50% des cas) où à une manœuvre de dépassement (26% des cas) prédominent largement ;
- la pertinence globale des recommandations techniques en vigueur concernant les routes de type T (ARP).

Le document propose *in fine* des pistes pour améliorer la sécurité des routes express existantes :

- la séparation des sens de circulation : une solution radicale, prometteuse, mais nécessitant de la circonspection ;
- les solutions « traditionnelles ».

Document disponible sous la référence **E0109** au bureau des ventes du SETRA
46, avenue Aristide Briand - BP 100 - 99225 Bagneux Cedex - France
Téléphone : 01 46 11 31 53 - Télécopie : 01 46 11 33 55
Internet : http://www.setra.equipement.gouv.fr

Prix de vente : 120,00 F (18,29 euros)