

Projet RIDER

RAPPORT FINAL



Ce rapport final, réalisé dans le cadre du projet **RIDER** (Recherche sur les accidents Impliquant un **DEux-Roues** motorisé) est financée par :

Le Ministère de la Jeunesse de l'Education Nationale et de la Recherche
(Convention 02K0376 du 11/10/2002)

Le Conseil National de Sécurité Routière
(Convention 0300000200-26 du 25/04/2003)

La Fondation MAIF
(Convention du 07/05/2003)

CEESAR
Département d'Epidémiologie et de Sciences de l'Accident
Rapport N° RIDER200504-10

Remerciements

Remerciements

Le CEESAR tient particulièrement à remercier :

MM. les Procureurs J.M. DURAND, J.F. PASCAL pour nous avoir autorisé à réaliser cette étude sur le département de l'Essonne,

M. MONIEZ, directeur départemental de la sécurité publique, le Commandant BERNARD, le Capitaine ACOULON et l'Adjudant Chef VITEC, pour la collaboration des services de Police,

Le Lieutenant-colonel FABRE et le Lieutenant DEBIAIS pour la collaboration des brigades de Gendarmerie,

Le Commandant DEVERNOIS et le Capitaine FOURRE, pour la collaboration des CRS,

Les Compagnies, Brigades, Commissariats avec lesquels nous avons travaillé et sans lesquels ce travail n'aurait pu être effectué,

Le Colonel CARON et le Colonel PETITJEAN pour nous avoir permis de collaborer avec l'ensemble des casernes de pompiers du département de l'Essonne.

Les membres du comité de pilotage :

Représentants des financeurs :

- M. RAVALARD (Ministère de la Recherche)
- M. CHAPELON (CNSR)
- M. OLIVIERO (Fondation MAIF)

Représentants des partenaires et utilisateurs des résultats RIDER :

- M. DE ROALDES (BERING)
- M. TESTON (SHARK)
- MM. BONNIN et HOFFMANN (PEUGEOT-Motocycles)
- M. MEIMOUN (AIR PARKA)
- M. DRAZETIC (Université de Valenciennes)
- M. WILLINGER (Université de Strasbourg)

Experts :

- M. CESARI (INRETS)
- M. GUILLEMOT (UCMJ Essonne)

Sommaire

Sommaire

I.	Introduction.....	9
II.	Mise en place du dispositif d'enquête.....	12
	Objectifs et déroulement.....	12
	Sélection du territoire d'enquête.....	12
	Les Partenaires.....	16
	Collaboration.....	17
	Le dispositif d'alerte.....	17
	Mise en place de l'équipe.....	17
	Base de Données et confidentialité.....	18
	Les Etudes Détaillées d'Accidents.....	19
	1. Description d'une EDA.....	20
	2. Collecte des données d'accidents.....	21
	3. Collecte des données médicales.....	23
III.	Bilan de la collecte des données d'accident.....	25
	1. Bilan des fax.....	25
	2. Bilan des EDA.....	25
	3. Bilan des cas ciblés.....	26
IV.	Etudes accidentologiques.....	28
	1 Lien accident-infrastructure.....	28
	2 Protection du pilote par l'équipement.....	33
	3 Le casque.....	38
	4 Analyse des manœuvres réalisées en situation d'urgence.....	43
	5 Efficacité attendue d'un meilleur freinage en situation d'urgence.....	46
	6 Etude des scénarios d'accidents.....	50
	7 Ejection des pilotes.....	55
	8 Etude statistique.....	59
	a) Données générales sur le deux-roues motorisé.....	60
	b) Analyse en fonction de la cylindrée.....	64
	c) Analyse départementale.....	65
	d) Analyses complémentaires.....	67

V.	Synthèse.....	75
VI.	Conclusion.....	85
VII.	Annexes.....	88
VIII.	Bibliographie du projet RIDER.....	91
IX.	Table des figures et des tableaux.....	102
X.	Sites Internet consultés au cours du projet.....	104
XI.	Lexique.....	106

Introduction

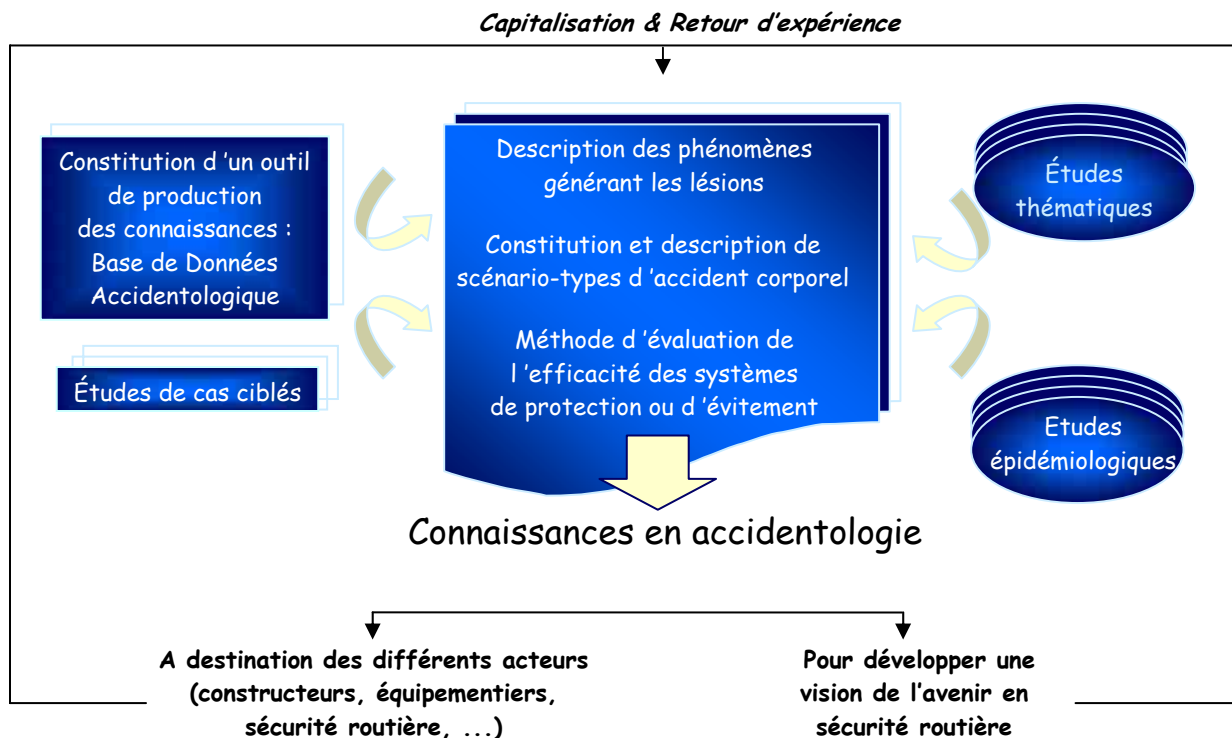
I. Introduction

Depuis 2002, le Président de la République Française a décidé de faire de la lutte contre l'insécurité routière l'un des trois grands chantiers de son quinquennat. En dépit de chiffres encourageants depuis la mise en place des mesures inhérentes à cet objectif, la moto reste un moyen de transport particulièrement dangereux : le nombre de tués est toujours globalement très élevé, et si l'on tient compte du nombre de kilomètres parcourus, la probabilité de décès est 21 fois supérieure à celle des automobilistes.

Pour tenter de mieux comprendre ce phénomène et d'agir en conséquence, un besoin de connaissances relatif au deux-roues motorisé est apparu, aussi bien à l'échelle nationale qu'europpéenne.

Le projet RIDER a été élaboré par le CEESAR dans cet objectif, son but étant de proposer un outil généraliste de production des connaissances sur les accidents de deux-roues motorisés, afin de mieux comprendre les mécanismes accidentels et lésionnels, de pouvoir appréhender les indicateurs d'insécurité et les facteurs de risques ainsi que leurs interactions, et permettre l'identification des contre-mesures pour améliorer les aspects techniques et participer ainsi à l'amélioration de la sécurité routière.

Autour d'un cœur central permettant la classification des accidents en scénarios-type, viennent se greffer des études thématiques, des études épidémiologiques et statistiques et le recueil des données d'accidents.



A l'heure actuelle, les Etudes Détaillées d'Accidents (EDA) relatives aux deux-roues motorisés sont rares mais les pouvoirs publics affichent une volonté grandissante de voir ce genre d'études se développer pour les usagers vulnérables, deux-roues motorisés en tête. Partant de ce constat, le CEESAR a construit le projet RIDER comme étant la suite logique du projet européen MAIDS (Motorcycle Accident In-Depth Study [7]), financé par la Communauté Européenne (CE) et l'Association des Constructeurs Européens de Motocycles (ACEM). A ce titre, le projet RIDER doit à MAIDS :

- ✓ Une méthode d'Etude Détaillée d'Accidents de deux-roues motorisés
- ✓ Une base de données EDA de 150 cas

Ainsi, le projet RIDER a été créé pour approfondir les connaissances sur les mécanismes accidentels et lésionnels impliquant les deux roues motorisés, aller au-delà de la statistique en essayant de comprendre et d'expliquer les défaillances du ou des conducteurs et enfin de proposer des recommandations concernant l'usager, les véhicules, l'infrastructure, et contribuer à l'amélioration des vêtements de protection tel que blouson, casque, bottes etc.....

RIDER a débuté en janvier 2003 et s'est achevé en avril 2005 ; les résultats obtenus sont :

- ✓ Base de données EDA enrichie de 210 cas d'accident soit un total de 360 cas
- ✓ Collecte de cas ciblés (véhicules équipés d'aides au freinage)
- ✓ Etat des lieux sur les recherches relatives aux deux-roues motorisés, juin 2003 [8]
- ✓ Réalisation de 8 études thématiques :
 - Lien accident-infrastructure, juillet 2003 [10]
 - Protection du pilote par l'équipement, mai 2004 [11]
 - Le casque, février 2005 [9]
 - Analyse des manœuvres réalisées en situation d'urgence, mars 2005 [12]
 - Efficacité attendue d'un meilleur freinage en situation d'urgence, février 2005 [5]
 - Etude des scénarios d'accidents, février 2005 [6]
 - Ejection des pilotes, mai 2005 [13]
 - Etude statistique, février 2005 ([4]

Mise en place du dispositif d'enquête

II. Mise en place du dispositif d'enquête

L'organisation mise en place pour le projet RIDER s'est appuyé sur l'expérience acquise par le CEESAR au cours du projet MAIDS [7], en terme de territoire d'enquête, du dispositif d'alerte, de l'ensemble base de données/confidentialité, des partenaires et de la mise en place de l'équipe.

Objectifs et déroulement

Le projet a démarré en janvier 2003 avec une première phase de préparation de l'équipe d'accidentologues qui consistait à renouer les contacts issus de MAIDS et à remettre en action les systèmes d'alerte par fax.

La phase proprement dite de recueil (accidents et enquête d'exposition) a débuté au mois de mars 2003 et s'est terminée à la fin de l'année 2004.

En ce qui concerne les accidents, l'objectif quantitatif était de réaliser la collecte, la codification et la saisie de 250 cas d'accidents.

Sélection du territoire d'enquête

Les Etudes Détaillées d'Accidents (EDA) nécessitent de recueillir sur les lieux de l'accident de très nombreuses informations sur les impliqués, les routes, les véhicules, les conditions de circulation et l'environnement général afin d'obtenir toutes les données nécessaires à la compréhension du déroulement de l'accident et proposer le scénario le plus probable de ce qui s'est passé.

Compte tenu des contraintes de temps (informations périssables) et du nombre d'accidentologues disponibles, ces investigations approfondies ne peuvent s'effectuer que sur un terrain d'observation restreint qu'il faut préalablement définir, et réclame une bonne coopération entre les services publics ou privés qui interviennent sur les accidents de la circulation ou soignent les victimes.

Plusieurs critères permettent de sélectionner le territoire d'enquête :

- Représentativité au niveau des accidents de deux-roues motorisés de la zone d'enquête par rapport au territoire national afin de rendre notre analyse transposable à plus grande échelle ;
- Un échantillon suffisant pour répondre aux objectifs afin d'offrir une représentativité convenable;
- Autorisation du procureur dont dépend la juridiction du territoire pour l'accès aux procès verbaux ;

- Autorisation des forces de l'ordre pour réaliser les investigations ;
- S'assurer de l'accord de la Préfecture pour réaliser les enquêtes accidentologiques nécessitant des contacts avec plusieurs services de l'Etat et les services hospitaliers ;
- S'assurer de la collaboration avec les premiers secours et les services d'urgence afin d'obtenir les positionnements réels des impliqués sur la chaussée après l'accident et de savoir si le casque était présent ou non ;
- S'assurer de la collaboration avec les services médicaux afin de récupérer les bilans lésionnels ;
- S'assurer de la mise en place du dispositif d'alerte afin d'être prévenu dès qu'un accident corporel impliquant un deux-roues motorisé survenait sur notre territoire d'enquête ;
- Rapidité d'intervention pour effectuer le recueil de données, éphémères pour la plupart ;

Afin de rendre notre base de données cohérente, nous avons choisi de reprendre le même territoire d'enquête que pour le projet MAIDS -le département de l'Essonne- qui présente des avantages non négligeables :

- Echantillon suffisant pour répondre aux objectifs
- Sensibilisation du procureur pour la sécurité routière
- Réseau de connaissances suffisant pour s'assurer de la collaboration des services d'urgence et hospitaliers
- Bonne répartition entre urbain et rural
- Bonne répartition du réseau routier (Nationales, départementales, Autoroutes, Voies express, etc.)

La qualité de ce recueil dépend en premier lieu de la motivation des accidentologues mais également du degré de rapidité avec lequel le recueil est effectué. En effet, la plupart des indices qui doivent être collectés (tels que par exemple les traces laissées par les pneumatiques) sont éphémères, donc disparaissent très rapidement en fonction du trafic ou des conditions météorologiques.

Le département de l'Essonne situé au sud de la région Île De France, déplorait en 2003 (au début de RIDER) plus de 1600 accidents corporels dont près de 15% impliquent un deux-roues motorisé, soit un cyclomoteur, soit une motocyclette. Les accidents de deux-roues sont par conséquent un enjeu important dans ce département qui présente une configuration à la fois urbaine et rurale (routes et autoroutes) propice à des études d'accidentologies.

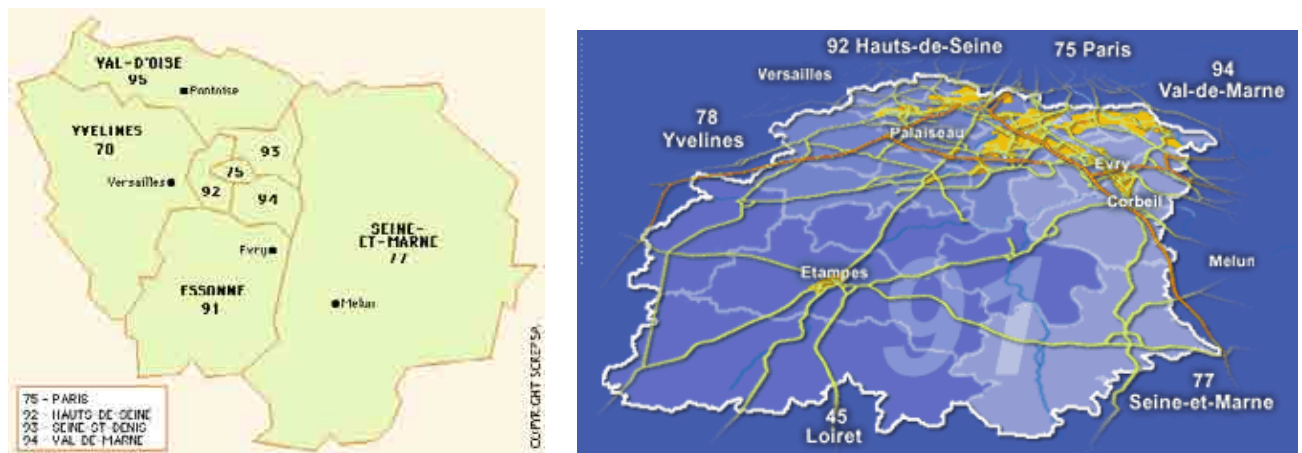


Figure 1: Localisation du département de l'Essonne (91) dans la région Île De France.

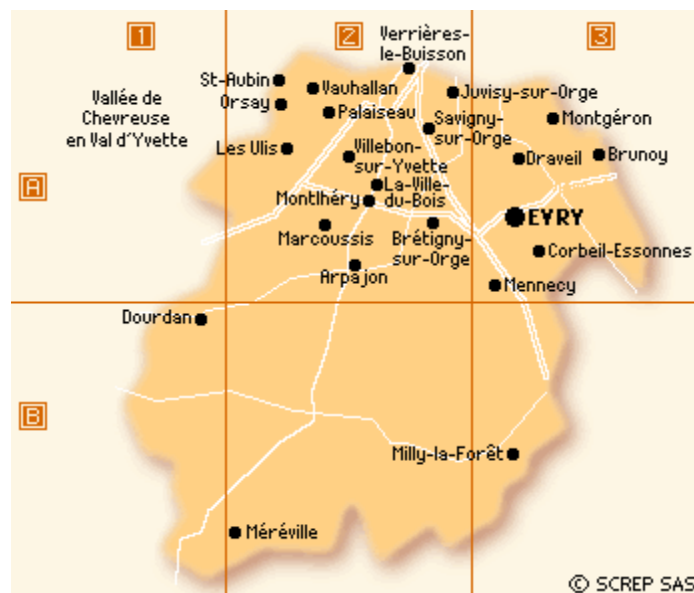


Figure 2: Département de l'Essonne

Une première limite (matérialisée par les zones blanches sur la carte ci-après) a été définie après une lecture attentive des cartes de localisation des accidents, des hôpitaux, des brigades de gendarmerie et des commissariats afin de choisir un espace géographiquement limité, avec beaucoup d'accidents de la route, mais n'exigeant des relations fréquentes qu'avec un petit nombre de partenaires (Pompiers, SAMU, Commissariats, Brigades ...) pour ne pas trop perturber le fonctionnement normal et quotidien de ces services.

Une analyse au cours du projet MAIDS nous a permis de mettre en évidence une sous représentation des accidents en rase campagne. Avec l'accord des brigades de gendarmerie, le territoire d'enquête a donc été agrandi, et concerne pratiquement tout le département de l'Essonne.

Compte tenus de l'étendue du territoire d'enquête et du délai d'intervention des accidentologues, c'est la méthode d'investigation en temps différé qui a été retenue pour le projet RIDER, ce délai variant entre 1 et 2 jours maximum.

Concrètement, notre équipe est envoyée sur les lieux de l'accident afin de rechercher tous les indices pouvant aider à expliquer ce qu'il s'est passé. Une grande partie des informations importantes est recueillie sur le site. Les informations complémentaires sont recueillies par des entretiens avec les impliqués à l'hôpital ou chez eux, par l'inspection des véhicules chez les garagistes et par des recherches à la DDE. Le procès-verbal est éventuellement consulté au commissariat, à la brigade de gendarmerie, ou à la compagnie de CRS. Les bilans médicaux, établissant les lésions des impliqués lors de l'accident, sont obtenus auprès des services hospitaliers.

Une grande partie de l'information recueillie et/ou analysée est codifiée puis stockée dans une base de données pour la rendre accessible plus facilement. L'autre partie est accessible dans le dossier d'accident et dans le logiciel de reconstruction.



Figure 3 : Territoire d'enquête sur le département de l'Essonne

Les Partenaires

La description brève de la méthode d'enquête montre qu'une grande partie de l'information doit être recueillie soit avec l'autorisation et/ou l'assistance de partenaires sur le terrain, soit à partir de documents qu'ils constituent.

Dans cette étude nos partenaires sont :

- **Le Parquet Général** : l'accès aux procès-verbaux d'accident étant d'une part un aspect essentiel pour ce type d'études et d'autre part une pièce judiciaire, le CEESAR a obtenu du Procureur de la République l'autorisation de les consulter dans les commissariats de Police, les brigades de Gendarmerie et les compagnies de C.R.S. et éventuellement d'en copier des extraits.
- **La Préfecture** : les enquêtes réalisées par le CEESAR pour le projet RIDER se sont déroulées sur tout ou partie du département de l'Essonne. Le CEESAR a donc souhaité que la préfecture du département donne son accord pour des enquêtes accidentologiques nécessitant des contacts avec plusieurs services de l'Etat et les services hospitaliers, et qu'elle soit en permanence pleinement informée du déroulement des enquêtes. Le CEESAR s'est engagé à transmettre à la préfecture les résultats de l'étude dans le département à la fin de la période d'enquête et d'exploitation des données. Ces résultats pourraient servir à établir un diagnostic de sécurité des motocyclistes dans le département et ainsi identifier les contre-mesures les plus adaptées.
- **La Direction Départementale de l'Équipement** : à partir de leurs statistiques d'accidents sur le département mais aussi des cartes d'accidents montrant les zones d'accumulation nous avons pu définir le terrain d'observation.
- **La Direction Départementale de la Sécurité Publique** : Les études approfondies d'accidents ne sont possibles qu'avec le concours actif des forces de police, de gendarmerie et des CRS puisqu'il faut à la fois disposer de l'autorisation de commencer le recueil des données sur le site de l'accident (notamment les entretiens avec les impliqués si l'équipe se déplace sur le site) puis disposer du concours des policiers lorsque les accidentologues viennent consulter les procès-verbaux dans les commissariats, les brigades de gendarmerie ou les compagnies de CRS et s'entretenir avec les policiers qui ont constaté l'accident pour recueillir les témoignages.
- **Les Pompiers** : les enquêtes étant réalisées en temps différé, certaines informations pertinentes ne peuvent être relevées par les accidentologues ou les forces de l'ordre.
- **Les Services hospitaliers** : les victimes étant dirigées vers des hôpitaux, il est nécessaire pour les besoins de l'enquête de réaliser des entretiens avec les impliqués. Pour cela une autorisation des services hospitaliers a été donnée aux accidentologues du CEESAR.
- **Le Conseil Général de l'Essonne** : il est informé du déroulement des enquêtes. Le CEESAR fait éventuellement appel à lui ou à ses services techniques pour des informations sur la configuration des lieux d'accidents.

Collaboration.

Outre les différents partenaires et acteurs de l'étude, nous avons été amenés à rencontrer d'autres personnes susceptibles de nous fournir des informations; parmi celles-ci, nous pouvons citer les équipementiers SHARK (casques) et BERING (vêtements), le constructeur PEUGEOT-Motocycles, la DDE de l'Essonne, ainsi que les fourrières et motocistes chez qui les véhicules accidentés ont été rapatriés.

Le dispositif d'alerte

Le dispositif d'alerte mis en place fonctionne par télécopie, ce mode de communication présentant de nombreux avantages. Les expéditeurs avaient en leur possession un modèle sur lequel étaient référencées toutes les informations nécessaires à la première phase de l'étude. Contrairement à un entretien téléphonique classique, les risques d'oubli étaient ainsi impossibles. L'envoi d'un fax peut se faire sans que le destinataire soit présent au moment de la réception ; de plus, cette méthode présentait l'avantage de laisser une trace écrite aussi bien pour l'expéditeur que pour le destinataire.

Lors de la survenue d'un accident correspondant à nos critères (accident corporel de la circulation impliquant au moins un deux roues motorisé), les forces de l'ordre (CRS, Police, Gendarmerie) chargées de l'investigation et les pompiers chargés de l'assistance médicale envoient dès le retour à leur base un fax prédéfini (donné en annexe) à l'équipe d'accidentologues du CEESAR, informant des caractéristiques principales de l'accident et permettant de prendre contact avec eux pour commencer l'enquête.

Mise en place de l'équipe

Sept personnes du CEESAR ont été impliquées dans le projet MAIDS :

- 1 coordonnateur du projet, spécialiste de la reconstruction (Thierry Hermitte)
- 1 spécialiste de sécurité secondaire, consultant occasionnel pour l'analyse des déformations et les caractéristiques liées à la collision (Dominique Villeforceix).
- 2 accidentologues spécialisés dans le recueil des données, orientés motocycles et spécialistes de la reconstruction permettant d'élaborer à partir des données recueillies (environnement, véhicules, conducteurs, médicales) et de l'analyse du cas, le scénario le plus probable du déroulement de l'accident depuis la situation de rupture jusqu'à la position finale des impliqués. Cette reconstruction cinématique et comportementale de l'accident permet entre autre l'estimation des vitesses de chaque impliqués au cours du temps et notamment au point d'impact (Maxime Moutreuil et Alain Martin, remplacé par Jean-Charles Fuerxer).
- 1 chargé d'études orienté motocycles assurant la réalisation des études thématiques (Benjamin Amans).
- 1 médecin chargé d'aider à la codification des bilans lésionnels (Hervé Guillemot puis Florence Delamarre-Damier)

Pour chaque accident, un accidentologue avait pour mission de récolter toutes les informations disponibles (concernant les véhicules, l'infrastructure et les conducteurs). Ces données une fois collectées étaient analysées afin de reconstruire la dynamique de l'accident (vitesse, trajectoires...) avec l'aide, occasionnelle, du spécialiste en sécurité secondaire. Chacune de ces reconstructions a été vérifiée et validée par le spécialiste reconstruction du CEESAR.

Ces données reconstruites, associées avec l'ensemble des informations déjà collectées ont constitué la base de données deux-roues du CEESAR permettant au chargé d'études de réaliser les différentes études thématiques.

Cette équipe créée pour les besoins du projet est aujourd'hui opérationnelle et a acquis une compétence unique en France dans le domaine de l'accidentologie du deux roues motorisés.

Afin de s'assurer du bon déroulement du projet RIDER, plusieurs comités de pilotage ont eu lieu ; financeurs, experts et utilisateurs des résultats étaient réunis pour observer l'état d'avancement de RIDER présenté par les membres de l'équipe et vérifier la bonne orientation du projet.

A ce jour, quatre comités de pilotage ont déjà eu lieu

- ✓ Le 11 septembre 2003
- ✓ Le 11 décembre 2003
- ✓ Le 15 juin 2004
- ✓ Le 24 novembre 2004

Le 2 mai 2005 se tiendra le dernier comité de pilotage qui présentera les conclusions du projet.

Base de Données et confidentialité

L'objectif principal de l'étude RIDER est orientée vers l'amélioration des connaissances sur l'accidentologie des deux roues motorisés. Il ne s'agit en aucun cas de réaliser une analyse des accidents collectés pour en déduire les responsabilités. Cette étude est donc indépendante de toute action judiciaire ou provenant des sociétés d'assurance.

Toutes les informations relatives aux accidents sont stockées au CEESAR dans un local fermé. Toutes les données collectées sont rassemblées dans un dossier relatif à l'accident et sont confidentielles.

Au cours de la phase de collecte des données, les informations sont recueillies au sein d'un livre de codage au format papier. Les variables, au nombre de 1800, font référence aux thématiques suivantes :

- ✓ Journal administratif
- ✓ Typologie d'accident-classification
- ✓ Facteurs environnementaux
- ✓ Facteurs mécaniques du deux-roues
- ✓ Dynamique du deux-roues
- ✓ Dynamique de l'autre véhicule
- ✓ Facteurs humains, information générale
- ✓ Bilan lésionnel motocycliste, passager et conducteurs de l'autre véhicule

- ✓ Facteurs humains
- ✓ Facteurs de risque environnementaux
- ✓ Facteurs de risque associés au véhicule
- ✓ Facteurs de risques humains
- ✓ Facteurs généraux du risque
- ✓ Module cyclomoteur
- ✓ Module analyse accident

Les bilans lésionnels obtenus ne sont accessibles qu'au seul médecin associé à cette étude, qui a de plus en charge au CEESAR, de veiller au strict respect des lois d'éthiques.

Les informations recueillies sont ensuite codées puis saisies dans une base de données informatique rendue complètement anonyme : aucune information nominative n'est accessible ni aux autres personnes du CEESAR (c'est à dire ne faisant pas partie de l'étude), ni aux partenaires du projet ayant accès à la base de données.

La base de données elle-même a fait l'objet d'une déclaration auprès du Comité Consultatif sur le traitement de l'information en matière de recherche dans le domaine de la santé et de la Commission Nationale Informatique et Liberté (CNIL), qui ont émis un avis favorable à la réalisation de l'étude (copie de la lettre joint en annexe).

Les Etudes Détaillées d'Accidents

La compréhension des mécanismes accidentels et lésionnels propre à l'accidentologie routière nécessite des études approfondies sur les accidents réels et la construction de modèles théoriques et de grilles de lecture ; les Etudes Détaillées d'Accident permettent à l'accidentologue de structurer le déroulement de l'accident et de démêler les interactions entre les facteurs et les causes l'ayant provoqué dans le but de mieux cerner les différentes phases chronologiques de l'accident : phase de roulage « normal », événement initiateur, phase accidentogène puis choc ou chute.

L'INRETS, les constructeurs automobiles français et le CEESAR ont développé ce genre d'études pour les voitures au début des années 1990 afin d'acquérir les connaissances accidentologiques suffisantes pour comprendre les configurations d'accidents et éventuellement spécifier des dispositifs d'évitement de l'accident qui pourront assister le conducteur ou même s'y substituer en cas de défaillance dans une situation d'urgence.

1. Description d'une EDA

La particularité d'une EDA est de collecter toutes les données pertinentes à la compréhension du déroulement d'un accident pour pouvoir en établir le scénario le plus probable. Pour collecter ces informations, plusieurs méthodes peuvent être utilisées. Une des meilleures consiste à envoyer une équipe de spécialistes le plus rapidement possible sur les lieux de l'accident, la majeure partie des informations importantes étant recueillie sur le site. Les informations complémentaires sont recueillies par des entretiens avec les impliqués à l'hôpital ou chez eux, par l'inspection des véhicules chez les garagistes ou épavistes et par des recherches à la DDE. Le procès-verbal est éventuellement consulté au commissariat, à la brigade de gendarmerie, ou à la compagnie de CRS pour obtenir des informations supplémentaires concernant l'identité des impliqués, la localisation ou encore les circonstances de l'accident. Les bilans lésionnels, établissant les lésions des impliqués lors de l'accident, sont obtenus auprès des services hospitaliers.

Une grande partie de l'information recueillie et/ou analysée est codifiée puis stockée dans une base de données. L'autre partie est accessible dans le dossier d'accident et dans le logiciel de reconstruction.

Le CEESAR utilise depuis de nombreuses années la méthode des EDA dans le domaine de l'automobile et des véhicules industriels et a développé ses compétences accidentologiques dans le domaine du deux-roues à partir de 2000 dans le cadre du projet MAIDS. Cette méthode des études détaillées d'accidents est à nouveau employée dans le domaine de la moto dans le cadre du projet RIDER.

Les variables descriptives propres à chaque cas ont pour but de recueillir le plus précisément possible toutes les informations permettant de mieux comprendre l'accident, de son origine (événement initiateur) jusqu'à ses conséquences (lésions des impliqués et déformation des véhicules).

Les 1800 variables descriptibles traitent des :

- Facteurs environnementaux : typologie et état de la route, météorologie, circonstances de l'accident,
- Facteurs mécaniques des véhicules : caractéristiques, problèmes mécaniques, état des différents éléments avant le choc, modifications techniques...,
- Dynamique des véhicules : mouvement avant, pendant et après la collision,
- Facteurs humains : caractéristiques des conducteurs, expérience de la conduite, type de déplacement en cours, altérations, équipements de protections pour les motocyclistes,
- Bilan lésionnel des impliqués
- Facteurs de risque humains : prise de risque, défaillances, tentative d'évitement de la collision...

2. Collecte des données d'accidents.

Notre objectif était de regrouper 250 Etudes Détaillées d'Accidents issues d'accidents corporels impliquant au moins un deux-roues motorisé.

Deux méthodes de collecte de données sont possibles : en temps réel sur le site de l'accident ou en différé. Le recueil de données en temps réel est déjà mis en place par le CEESAR au niveau de l'accidentologie des voitures de tourisme et des véhicules industriels (poids lourds) et ne posait aucun problème méthodologique¹. Cependant, compte tenu du choix de notre territoire (Département de l'Essonne 91) et la localisation de l'équipe sur Nanterre (Département des Hauts de Seine 92), il nous était impossible d'intervenir rapidement sur les accidents pour des raisons évidente de sécurité. Nous avons donc mis en place un système d'alerte par fax nous permettant de réaliser notre collecte en léger différé, c'est à dire dans les 24 heures suivant l'accident (voire 48 heures les week-end).

Ce choix a été décidé après une période de réflexion pendant laquelle les avantages et les inconvénients liés au délai d'intervention ont été abordés dont principalement la conséquence sur la qualité des dossiers ainsi constitués. En résumé, la plupart des avantages sont d'ordre organisationnels :

- Pas de nécessité d'être localisé dans le département ;
- Chaque accidentologue peut prendre en charge l'accident dans sa totalité ;
- Pas de nécessité d'avoir recours aux astreintes pour avoir une bonne répartition des accidents suivant le jour de semaine et suivant l'heure de la journée ;
- Collaboration étroite avec nos partenaires

Et les inconvénients de type technique :

- Recueil moins précis réalisé par les forces de l'ordre ;
- Disparition des traces sur l'infrastructure
- Alerte non effectuée par les pompiers, risque de pertes des accidents sur lesquels les forces de l'ordre n'interviennent pas ;

¹ La méthodologie appliquée au CEESAR depuis de nombreuses années repose sur celle élaborée par l'INRETS

Compte tenu de notre mode de fonctionnement avec un système d'alerte qui engendre une collecte des données d'accidents en léger différé, la méthodologie mise en place était la suivante :

1. Recueil en différé (1 à 2 jours). Collecter toutes les données nécessaires à l'identification des circonstances et à la reconstruction cinématique et comportementale. Compléter et approfondir les données à durée de vie moins brève :
 - Entretiens avec les témoins et les différents impliqués.
 - Examen de l'infrastructure.
 - Analyse des véhicules là où ils sont remisés (photos du véhicule, prise de côtes, etc.). Collecte des bilans lésionnels, après autorisation du patient. Compléter le dossier par des éléments utiles à la reconstruction (Connaissance du P.V. d'accident)

Comme énoncé auparavant, chacun des 2 accidentologues a en charge l'accident dans sa totalité, c'est à dire qu'il réalise le recueil des informations aussi bien sur l'infrastructure que sur les véhicules impliqués, l'environnement, les usagers et les témoins éventuels.

Chaque cas a fait l'objet d'une pré-enquête afin de pouvoir s'assurer de l'aboutissement du dossier. En effet, chacun des accidents collectés pour le projet devait répondre à des critères stricts de sélection et permettre plusieurs analyses complémentaires :

- ✓ véracité des informations collectées
- ✓ présence des données médicales suffisamment détaillées
- ✓ réalisation d'une reconstruction cinématique et donc estimation des vitesses de chaque impliqué
- ✓ déduction du scénario d'accident le plus probable
- ✓ mise en relation des blessures avec les différents obstacles rencontrés
- ✓ présence d'assez d'éléments pour un taux de complétude optimal du dossier une fois celui-ci codé et entré dans la base de données.

Tous ces critères mis bout à bout nous ont donc permis d'étudier 210 dossiers sur les 305 notifications reçues par les forces de l'ordre.

3. Collecte des données médicales

Cette partie de l'étude consiste à recueillir le bilan lésionnel de chaque impliqué, soit directement auprès de ce dernier, soit, après son autorisation, auprès des différents médecins urgentistes répartis dans les hôpitaux de l'Essonne. L'échelle de cotation des lésions AIS (Abbreviated Injury Scale), révision 1990, mise à jour de 1998, de l'Association for the Advancement in Automotive Medicine (AAAM) [17], a été utilisée pour coder chaque lésion et lui attribuer un indice de sévérité.

La collecte des données médicales - dans le cadre des accidents de la route - est une opération qui s'est considérablement compliquée, en particulier depuis les lois bioéthiques de 1994. En effet, selon les textes de loi (Lois 78-17, 94-548, et 2002-303), les données médicales ne sont accessibles qu'avec l'autorisation des patients, ou de leurs ayants-droits dans le cas de personnes mineures ou inconscientes. La collecte directe de bilans médicaux nominatifs dans les hôpitaux est une démarche illégale.

Pour obtenir ces bilans, le CEESAR a mis en place un protocole de recueil. Ces procédures ont été approuvées par le Conseil Départemental de l'Ordre des Médecins, ainsi que par le Comité Consultatif sur le traitement de l'Information en matière de Recherche en Santé. Le fichier ainsi constitué a été déclaré à la CNIL (Autorisation 900152).

Les impliqués concernés par notre étude se sont vus proposer les 3 possibilités ci-dessous :

- Soit remplir eux même un formulaire pour renseigner le bilan lésionnel requis pour l'étude.
- Soit fournir une photocopie des certificats médicaux remis au patient lors de sa sortie de l'hôpital.
- Soit autoriser le médecin qui a pris en charge le patient à communiquer au médecin chargé de recherches le contenu de ce bilan lésionnel.

Par ailleurs, lors du démarrage de l'étude, les services d'urgence des différents hôpitaux répartis sur la zone d'étude ont été contactés, de manière à désigner un médecin sensibilisé à cette approche accidentologique. Les services mobiles d'urgence et de réanimation (SMUR) de Longjumeau, d'Arpajon, de Juvisy et d'Etampes ont été également sensibilisés. De même, ponctuellement, l'unité de consultations médico-judiciaires d'Evry a pu renseigner dans certains cas les causes de décès après examen de corps.

Bilan de la collecte des données d'accident

III. Bilan de la collecte des données d'accident

1. Bilan des fax

Les accidentologues étant prévenus de la survenue d'un accident par télécopie, il nous a semblé intéressant de connaître la répartition des fax selon leur provenance, ainsi que la proportion de ceux qui étaient exploitables. Les principaux critères de rejet d'un dossier sont les suivants :

- Au moins un des impliqués n'a pas pu être interviewé ;
- Au moins un des véhicules impliqués dans l'accident n'a pu être analysé ;
- Date de notification supérieure à 48 heures après la survenue de l'accident ;
- Bilan médical absent ;
- Impossibilité de dégager un scénario ou d'établir l'estimation des vitesses au choc.

Sur les 305 fax de la Police, de la Gendarmerie et des CRS qui nous sont parvenus, 210 ont été finalisés, soit un taux de 69%.

Les 225 fax reçus des pompiers nous ont quant à eux parfois permis d'intervenir plus rapidement sur un accident ou d'obtenir des informations indisponibles ailleurs.

2. Bilan des EDA

L'objectif visé au début du projet RIDER était de traiter 250 cas d'accidents corporels ; notre équipe a été en mesure d'en collecter 210.

Cet objectif avait été fixé par extrapolation des résultats MAIDS en tenant compte de la durée supérieure de recueil du projet RIDER.

Notre objectif initial n'a pu être atteint en raison du nombre d'accidents de la route ayant considérablement baissé depuis 2001 : entre 2001 et 2003, la baisse est de 23,6% dans l'Essonne (-15,8% au niveau national) et l'évolution premier semestre 2001-2004 indique une baisse de 24,1% dans le département (-20,2% au niveau national).

Ainsi, cette baisse s'est traduite par une diminution du nombre mensuel de fax reçus de 23% entre MAIDS et RIDER.

Si l'on répercute cette baisse sur nos objectifs initiaux, le nombre de cas traités aurait dû être proche de 190 cas.

Si notre équipe a pu collecter un total supérieur de plus de 10% (210 cas) à cette nouvelle estimation, c'est grâce à l'expérience acquise au fil des projets permettant aux accidentologues une plus grande efficacité de traitement des cas.

Cette progression qualitative est particulièrement visible en observant l'évolution du nombre de cas traités sur le nombre de fax reçus entre les deux études.

Ainsi, pour MAIDS, ce ratio était de 0,47, soit moins d'un cas traité pour deux fax reçus. Grâce à l'expérience acquise, ce ratio a atteint 0,69, soit plus de deux cas traités pour trois fax reçus.

Comme nous venons de l'évoquer, certains fax n'ont cependant pas pu aboutir à une étude détaillée complète et viable et ce pour deux raisons principales : techniques et relationnelles.

Du point de vue technique, le fait de ne pouvoir être généralement présent sur les lieux de l'accident que le lendemain ou le surlendemain était problématique. Les traces laissées par les véhicules sur la chaussée et ses environs s'avèrent quasi-indispensables pour compléter les témoignages et les relevés effectués par les forces de l'ordre afin d'établir la reconstruction de l'accident la plus probable. Les accidentologues ont donc du souvent composer avec des traces partiellement ou totalement disparues en s'appuyant sur les autres informations disponibles et leur propre expérience.

D'autre part, certaines infrastructures concernées par notre étude (autoroutes, voies rapides...) ne pouvaient être analysées convenablement car le relevé de mesures aurait représenté un trop grand danger pour nos accidentologues ; ce problème lié à l'infrastructure représente 10% des cas non traités.

Enfin, l'inspection des véhicules impliqués dans les accidents a souvent été impossible, les véhicules adverses étant parfois réparés très rapidement ou le deux-roues motorisé étant devenu introuvable (45% des cas non traités).

Concernant le côté relationnel, la difficulté principale venait des impliqués voitures, et ce, pour plusieurs raisons. Tout d'abord, ceux-ci étaient très difficiles à contacter sur le lieu de travail et il fallait généralement les contacter à leur domicile, en dehors, donc, des heures de travail des accidentologues du CEESAR.

De plus, les enquêteurs ont du faire face à une certaine réticence de leur part: certains d'entre eux, encore choqués par l'accident ou méfiants vis à vis du rôle du CEESAR, ne souhaitaient pas s'exprimer sur l'accident. D'autres ne se sentaient tout simplement pas concernés par cette démarche ou ne lui portaient aucun intérêt.

Ainsi, 45% des cas non traités sont le résultat d'un refus des impliqués de participer à l'étude, aussi bien les conducteurs de l'autre véhicule, du deux-roues que la famille des mineurs ou des impliqués décédés.

3. Bilan des cas ciblés

Cas ciblés		2003	2004
Aides au freinage	Essonne	4	8
	National	1	1
BMW C1	Essonne et National	0	0

Nous avons pu recueillir un total de 14 véhicules équipés d'une ou plusieurs aides au freinage, ce qui a contribué, notamment, à répondre pertinent aux problèmes soulevés dans l'étude consacrée au freinage [5].

Comme expliqué dans l'étude consacrée à l'éjection des pilotes [13], aucun cas d'accidents impliquant un BMW C1 n'a été recensé au cours des deux années de collecte aussi bien à l'échelle de notre territoire d'enquête que sur l'ensemble du territoire français.

Si le C1 n'est pas un succès commercial, le nombre de véhicule vendu n'est pas dérisoire (un peu moins de 5000 unités en France) ; aussi, cette impossibilité à recenser le moindre cas a soulevé quelques interrogations, notamment celle concernant l'efficacité réelle du concept (qui pourrait, de fait, être particulièrement efficace).

Etudes accidentologiques

IV. Etudes accidentologiques

La force du projet RIDER réside en deux points : ses EDA, que nous venons d'aborder, et les études thématiques qui doivent permettre une amélioration des connaissances en accidentologie deux-roues.

Ces études sont au nombre de 8 :

- ✓ Lien accident-infrastructure
- ✓ Protection du pilote par l'équipement
- ✓ Le casque
- ✓ Analyse des manœuvres réalisées en situation d'urgence
- ✓ Efficacité attendue d'un meilleur freinage en situation d'urgence
- ✓ Etude des scénarios d'accidents
- ✓ Ejection des pilotes
- ✓ Etude statistique

Ce chapitre se propose de livrer les objectifs, la synthèse et les préconisations faites pour chaque étude.

1 Lien accident-infrastructure [10]

Les aménagements routiers semblent constituer un enjeu primordial pour l'accidentologie des deux-roues motorisés. En effet, de par leur stabilité moindre, les usagers de ce type de véhicules pourraient être plus exposés à un risque de sortie de route lorsqu'ils circulent sur une infrastructure a priori « délicate » pour un véhicule n'ayant que deux-roues ; de plus, en cas de perte de contrôle, les conséquences d'une chute pourraient être particulièrement sérieuses en cas de choc contre un obstacle faisant partie intégrante des aménagements routiers.

Ces affirmations, souvent entendues, sont-elles fondées ?

L'infrastructure peut-elle constituer l'évènement initiateur de l'accident ?

Peut-elle aggraver les lésions d'un conducteur ayant perdu le contrôle de son véhicule ?

Quels sont les types d'infrastructure « à risque » ?

Quels territoires corporels sont les plus sensibles et les plus exposés face à un obstacle fixe ?

Afin de répondre à ces questions, nous avons organisé notre travail selon trois axes principaux :

- ✓ Répertorier les types d'aménagements qu'un utilisateur de deux-roues motorisé était amené à rencontrer en circulant sur les routes et observer leur influence sur la conduite.
- ✓ L'infrastructure étant l'une des composantes essentielles de l'accidentologie (aussi bien auto que moto) il nous a paru utile de savoir si les personnes compétentes en conception d'infrastructures avaient pleinement pris conscience du problème et agi en conséquence par le biais de mesures ou préconisations destinées à orienter efficacement les choix des aménageurs et gestionnaires de voirie.
- ✓ Enfin, nous nous sommes attachés à analyser les conséquences d'une chute contre obstacle en essayant d'établir un lien entre typologie et gravité des blessures en fonction du type d'obstacle rencontré.

Notre analyse a permis de confirmer le fait que les infrastructures routières tenaient un grand rôle au sein de l'accidentologie moto :

Au niveau du comportement de la moto, passages piétons, plaques d'égouts ou qualité du revêtement peuvent créer des phénomènes de glissance (perte prononcée d'adhérence pour le deux-roues). Une chaussée dégradée, des bandes rugueuses ou des ralentisseurs mal conçus peuvent quant à eux provoquer une instabilité de la moto.



Bandes rugueuses placées sur une zone de freinage



Passage surélevé situé sur une zone de freinage

Si ces infrastructures sont souvent décriées (par les associations de motards notamment), notre analyse a pu mettre en évidence le fait que si elles étaient effectivement susceptibles de déstabiliser un deux-roues, cela se retrouvait finalement peu dans notre base de données, ces infrastructures étant rarement un élément déclencheur de l'accident.

En ce qui concerne le comportement du conducteur, la visibilité et la perception de l'infrastructure sont en interaction directe avec le marquage et le balisage de la chaussée. Il est nécessaire d'offrir une bonne visibilité (notamment en ce qui concerne les intersections) et une information (panneaux) allant directement à l'essentiel.

Concernant les effets de l'infrastructure en cas de chute d'un pilote, les arbres et poteaux en bordure de route, le mobilier urbain, les rails de sécurité et les panneaux indicateurs sont les éléments les plus significatifs que l'on retrouve au sein de l'accidentologie deux-roues.



Obstacles (arbres et rochers) situés en bordure de route pouvant aggraver le bilan lésionnel d'un conducteur de deux-roues en glissade

Ce type d'obstacle, également montré du doigt par les associations de motards, constitue incontestablement un élément aggravant du bilan lésionnel d'un impliqué en glissade.

Plusieurs mesures concernant les aménagements spécifiques aux deux-roues motorisés ont été prises, notamment la circulaire n° 99-68 du 1^{er} octobre 1999 relative aux conditions d'emploi des dispositifs de retenue adaptés aux motocyclistes ou encore le guide du SETRA intitulé « prise en compte des motocyclistes dans l'aménagement et la gestion des infrastructures [101]. Ce dernier se destine principalement aux aménageurs et gestionnaires de voirie.



Le doublement des rails de sécurité : l'une des préconisations du guide du SETRA

D'un point de vue macro-accidentologique, les Bulletins d'Analyse d'Accident Corporel de la circulation nous ont permis de tirer les conclusions suivantes :

- ✓ Seuls 10% des accidents corporels impliquant des deux-roues motorisés se font contre des obstacles fixes ; ce taux grimpe à 28% si l'on s'attache à observer les accidents mortels. La présence d'obstacle représente donc une source de gravité élevée pour le conducteur de deux-roues motorisé.
- ✓ Ce sont les obstacles « artificiels » que l'on retrouve le plus : bordure de trottoir, bâtiment, mur, pile de pont, glissière métalliques ou encore poteaux.
- ✓ Les obstacles les plus massifs et les moins déformables occasionnent les blessures les plus graves : les arbres, les poteaux, parapets et autres ouvrages de maçonnerie

D'un point de vue micro-accidentologique les cas cliniques observés dans nos EDA (voir chapitre II.1) ont révélé les informations suivantes :

- ✓ La gravité des accidents contre obstacles est très nettement supérieure à celle de l'ensemble des résultats MAIDS [7] : nous avons ainsi pu observer une augmentation de 16,1% de l'AIS 2+ et surtout une augmentation de 44,6% de l'AIS 3
- ✓ La grande majorité des lésions que l'on peut rencontrer sur les membres inférieurs et supérieurs sont mineures ou très modérées alors que celles rencontrées sur la tête, le thorax, la colonne vertébrale et l'abdomen sont généralement sévères, voire critiques, il semble donc important de protéger ces zones par des protections adéquates (à améliorer ou à créer).

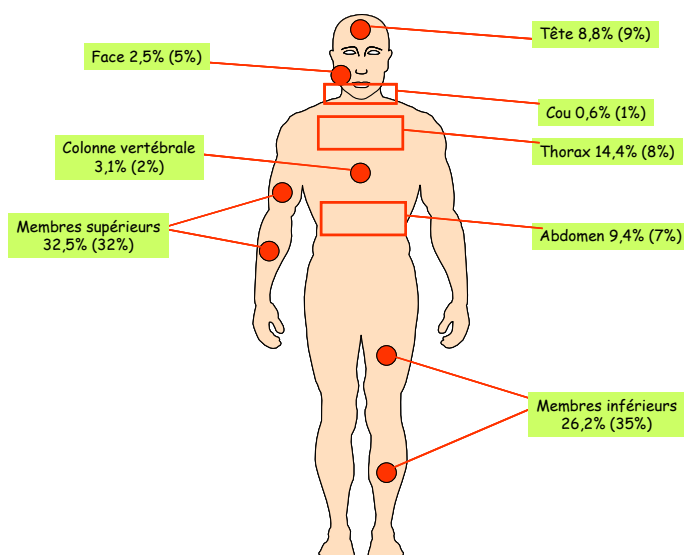


Figure 4 : répartition des blessures contre obstacles (entre parenthèses, la répartition pour l'intégralité des blessures MAIDS)

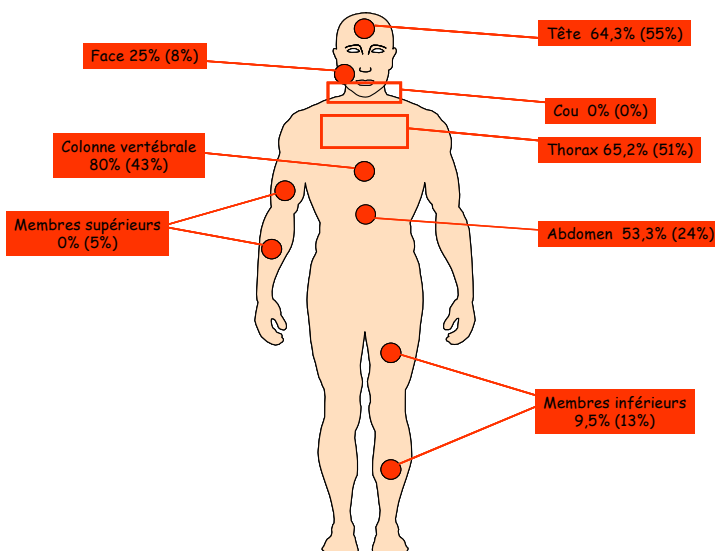


Figure 5 : répartition pour chaque territoire corporel des blessures contre obstacle de gravité AIS3+

Ainsi, il s'avère que si l'accidentologie propre à la pratique du deux-roues motorisé reste en grande partie un problème lié au comportement des usagers de la route, il n'en demeure pas moins que les aménagements routiers peuvent constituer, pour ce type de véhicules, un élément déclencheur ou un facteur aggravant d'autant plus important que l'on observe ici une catégorie d'usager particulièrement vulnérable.

Les aménagements mis en cause sont nombreux et des contraintes économiques, techniques ou environnementales rendent le problème difficile à résoudre. La difficulté est d'autant plus difficile à traiter que la catégorie d'usagers impliquée représente une très faible minorité comparée aux autres catégories, automobilistes en tête, pour lesquels l'enjeu est souvent nettement moins conséquent.

D'un point de vue lésionnel, les infrastructures constituent une problématique réelle : la gravité des accidents contre obstacles est très élevée car les territoires corporels vulnérables (la tête, le thorax, la colonne vertébrale et l'abdomen) y sont généralement sévèrement touchés.

Les aménageurs et gestionnaires de voirie ont vraisemblablement conscience que les aménagements routiers peuvent dans certains cas constituer un risque supplémentaire à la pratique du deux-roues motorisés (surtout en terme de bilan lésionnel). Des solutions efficaces existent mais sont souvent méconnues et généralement trop coûteuses à mettre en œuvre pour une catégorie d'usagers très minoritaire.

Ainsi, l'analyse de notre base de données a permis d'éclaircir la problématique liée à l'infrastructure : rarement à l'origine d'un accident, celle-ci, dès qu'un utilisateur de deux-roues chute, constitue un réel problème en aggravant considérablement son bilan lésionnel.

Même si des efforts ont été faits concernant certains éléments particulièrement dangereux, notamment le développement massif du doublement des glissières de sécurité, de nombreux points sensibles pour les motards perdurent ; pire, il n'est pas rare de voir de nouveaux aménagements particulièrement dangereux (bittes en bois biseautées ou poteaux reliés entre eux par des filins métalliques) installés au bord de certaines routes.

La circulaire relative aux conditions d'emploi des dispositifs de retenue adaptés aux motocyclistes semble être un moyen efficace de diffuser l'information nécessaire à l'amélioration des infrastructures ; ce type de circulaire pourrait être étendue aux autres aménagements routiers synonymes de dangers pour les utilisateurs de deux-roues à moteur. L'information diffusée pourrait permettre à tous les aménageurs de prendre totalement conscience du problème que génèrent ces aménagements.

La solution la plus acceptable et économiquement viable eu égard à l'enjeu serait alors de traiter les points sensibles pour les aménagements existants et d'intégrer lors de la conception des futures infrastructures routières les préconisations nécessaires à la sécurité des deux-roues motorisés.

Les chutes contre obstacles pouvant également être le fait d'un comportement inapproprié, sensibiliser les conducteurs de deux-roues motorisés à une conduite mieux adaptée et plus sûre serait également une solution efficace bien que difficile et délicate à mettre en œuvre.

2 Protection du pilote par l'équipement [11]

L'usager de deux-roues à moteur ne peut pas compter sur son moyen de transport pour le protéger en cas d'accident comme c'est aujourd'hui, plus que jamais, le cas en automobile. Excepté le BMW C1 conçu autour d'une « cellule de survie » destinée à protéger son conducteur en cas d'accident, aucun autre véhicule à deux-roues ne propose autant d'avancées sur le plan de la sécurité passive pour ses occupants. L'arrêt de la commercialisation du C1 tend d'ailleurs à prouver que la majorité des utilisateurs n'ont pas d'attentes particulières à ce propos (bien que son prix de vente élevé n'ait pas encouragé son développement). Aussi, les conducteurs de deux-roues à moteur ne peuvent compter que sur leur équipement pour se protéger en cas d'accident. Protéger sa tête semble une évidence pour beaucoup, protéger le reste peut être moins. S'équiper de la tête aux pieds est-il vraiment utile ? Les équipements existants sont-ils vraiment efficaces ou mériteraient-ils d'être améliorés ?

Afin de mieux répondre à ces questions, nous avons orienté notre étude vers une meilleure connaissance de la problématique liée à l'équipement du conducteur de deux-roues motorisé et organisé notre travail selon deux axes distincts :

- ✓ En prenant connaissance du matériel actuellement disponible sur le marché. D'abord en nous penchant sur les normes et la législation propres à ces équipements puis, ensuite, en essayant de faire une description quasi-exhaustive des équipements disponibles dans le commerce ainsi que de la traumatologie à laquelle ceux-ci doivent théoriquement remédier.
- ✓ Nous avons ensuite tiré pleinement parti des EDA constituant notre base de données; l'étude approfondie de notre base de données nous permettant notamment de mettre en relation le taux d'équipement des impliqués avec leur bilan lésionnel, nous serons en mesure de tirer des conclusions sur l'efficacité présumée de l'équipement porté, sur le gain lésionnel qu'il pourrait théoriquement apporter et de faire enfin des propositions d'amélioration sur le matériel.

Ainsi, il ressort de l'étude que l'utilisateur doit faire face à un choix important d'équipement et ce, pour tous les types disponibles (casques, gants, blousons, pantalons et bottes). Malheureusement, mis à part les casques, aucun produit ne répond aujourd'hui à une norme particulière en matière de sécurité, celles concernant les équipements de moto étant restreintes et ne concernant pour le moment que les coques protectrices et les protections dorsales. Les récentes normes NF EN 13594, 13595 et 13634 (concernant les gants, les vêtements et les bottes) répondent pleinement à nos attentes en terme d'amélioration des produits mais sont pour le moment réservées aux équipements destinés aux motocyclistes professionnels (et pas obligatoires).

L'étude a permis de mettre en avant des évidences déjà connues : les taux de port du casque varient entre 94% et 99% selon que l'on s'attache à observer les cyclomoteurs ou les motos et dépendent du type de réseau observé. Enfin, les statistiques nationales montrent une augmentation significative de la gravité lorsque le casque est absent : en France, la part des blessés graves est de 51,9% supérieure chez ceux ne portant pas de casque et la part de tués, 2,2 fois supérieure.

Elle a également permis de soulever une problématique rarement évoquée sur ce sujet : le taux d'équipement des utilisateurs de deux-roues à moteur. Le port correct du casque et de gants adaptés reste acceptable pour les conducteurs de grosses cylindrées (respectivement 92% et 84%); pour ces derniers, le port des autres éléments de sécurité (blouson, bottes, pantalon) est déjà problématique (respectivement 55%, 39,5% et 19%).

Pour les passagers et pour les utilisateurs de 50cc, le port correct d'un équipement adapté se raréfie pour chaque partie du corps, même pour le casque et ce, dans des proportions parfois alarmantes. (52% des utilisateurs de 50cc ne portent pas de casque ou ont un casque inadapté, 57% des passagers ne portent pas de gants et 83% de l'ensemble des impliqués n'utilisent pas de pantalon spécifique à la moto).

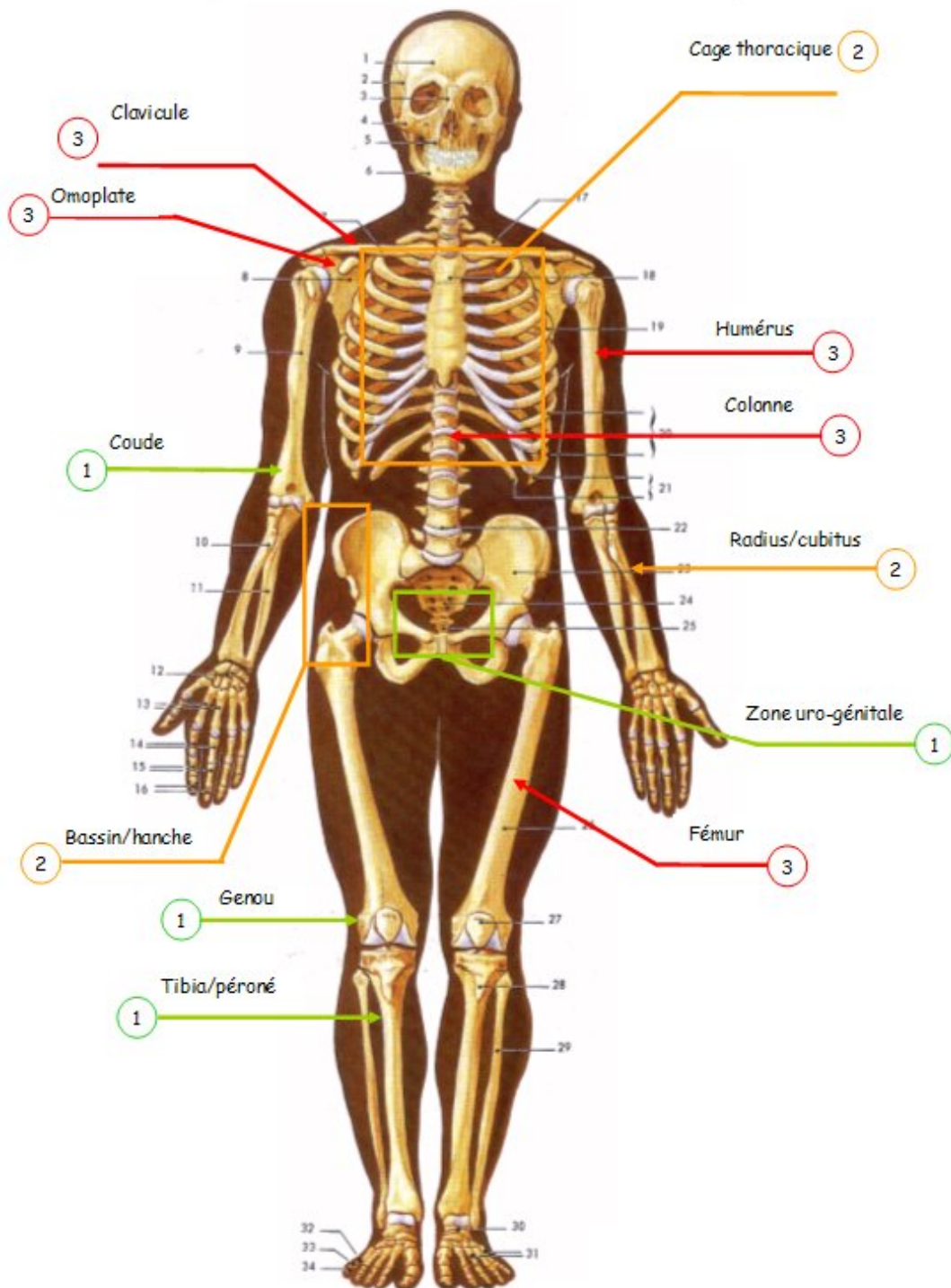
Enfin, notre analyse micro-accidentologique nous a permis de constater que les équipements actuellement disponibles offraient une efficacité tout à fait satisfaisante en cas de glissade ou de chocs légers, mais avaient des difficultés à absorber l'énergie dégagée en cas de choc important.

La marge de progression en terme d'absorption d'énergie semble limitée avec les moyens actuels.

Nous avons pu grâce à la précision de notre base de données mettre en relation chaque partie du corps et chaque lésion observées avec un type d'équipement de protection particulier. Cela a permis de tirer des conclusions sur l'efficacité actuelle des équipements pour chaque zone corporelle ; ces conclusions ont été présentées selon un modèle graphique dont un extrait est présenté ci-dessous.

- ① → Equipement actuel déjà efficace, et lésions non significatives ou absentes: améliorations non prioritaires.
- ② → Equipement actuel déjà efficace, mais lésions possibles : à améliorer légèrement
- ③ → Equipement actuel inefficace, à améliorer en priorité.





Figures 6 et 7 : efficacité des équipements de protection disponibles en fonction de la zone corporelle

Comme nous venons de le voir, cette étude nous a permis dans un premier temps de nous familiariser pleinement avec le matériel disponible actuellement sur le marché, tant sur le point descriptif que normatif.

L'observation des normes liées aux équipements de sécurité nous a permis de soulever le premier problème lié à l'équipement du motard en France : le manque de normes réellement adaptées.

Les normes NF EN 13594 et 13595 ne sont actuellement destinées qu'aux professionnels mais pourraient constituer une avancée importante s'il elles étaient appliquées à tous les vêtements de protection : n'imposant aucune technique révolutionnaire, elle permettrait simplement à tous les équipements d'être conçus de manière rationnelle et d'être pourvus de tous les éléments de protection déjà connus et efficaces.

Le deuxième point problématique concerne le faible taux d'équipement des utilisateurs de deux-roues à moteur. Le port correct du casque et de gants adaptés reste acceptable pour les conducteurs de grosses cylindrées ; pour ces derniers, le port des autres éléments de sécurité (blouson, bottes, pantalon) est déjà plus rare.

Pour les passagers et pour les utilisateurs de 50cc, le port correct d'un équipement adapté se raréfie pour chaque partie du corps, même pour le casque et ce, dans des proportions parfois alarmantes, malgré des accidents de plus faible violence car généralement urbains. Ce faible taux d'équipement s'explique en partie par le prix conséquent de l'équipement pour un conducteur jeune ou pour un passager généralement occasionnel et aussi par le manque d'information sur l'intérêt du port d'un équipement adapté.

Enfin, d'un point de vue technique, notre analyse micro-accidentologique nous a permis de constater que les équipements actuellement disponibles offraient une efficacité tout à fait satisfaisante en cas de glissade ou de chocs légers, mais avaient des difficultés à absorber l'énergie dégagée en cas de choc important.

Ainsi, si l'on pouvait penser que seule la qualité de l'équipement pouvait être remise en cause par cette étude, on constate que le problème ne se situe pas qu'à ce niveau.

Du point de vue de l'efficacité, des améliorations sont bien sûr à apporter : celles destinées à protéger des gros chocs sont problématiques car les équipementiers ne semblent pour le moment pas en mesure de concevoir des systèmes de protection répondant efficacement à ce problème.

Celles destinées à prévenir des brûlures, plaies et petits chocs semblent moins problématiques : les solutions existent et sont connues mais ne sont malheureusement pas appliquées à tous les équipements disponibles sur le marché.

Un autre moyen de protection consisterait à aborder le problème différemment : les constructeurs pourraient créer des véhicules en y intégrant la problématique de la protection du pilote, BMW ayant peut être montré la voie avec son C1. Si nous n'avons pas pu vérifier concrètement l'efficacité de ce dernier (aucun accident corporel de C1 n'est recensé dans notre étude), proposer ce type de démarche alternative et novatrice pour offrir une protection supplémentaire au pilote ne peut que faire avancer la problématique de cette étude.

Enfin, concernant le thème de l'équipement, le comportement de l'utilisateur, comme c'est bien trop souvent le cas, reste primordial. Aucun accessoire de protection, aussi efficace soit-il, ne pourra éviter des blessures s'il n'est pas porté au moment de l'accident. Pour diverses raisons, l'utilisateur du deux-roues fait encore trop souvent l'impasse sur sa propre protection. Imposer le port d'un équipement, comme c'est déjà le cas avec le casque, semble à ce jour difficile à accepter, notamment ceux pour qui le deux-roues est avant tout un moyen de transport pratique et sans contraintes.

Essayer de faire prendre conscience du risque encouru à circuler sans protection particulière, par le biais des moto-écoles ou des assurances serait une première étape mais dépendrait peut être encore trop de la bonne volonté de l'utilisateur; la deuxième pourrait passer par un système d'incitation au port d'un équipement complet et adapté, par exemple par le biais de primes d'assurances réduites, comme on peut le voir aujourd'hui en Allemagne.

3 Le casque [9]

L'usager de deux-roues à moteur ne peut pas compter sur son véhicule pour le protéger en cas d'accident comme c'est aujourd'hui, plus que jamais, le cas en automobile. Une solution alternative consistait à rouler en BMW C1, scooter particulièrement novateur car proposant une « cellule de sécurité » destinée à protéger son conducteur et dispensant ce dernier du port du casque. Malheureusement, cette « exception » n'est plus commercialisée et n'a pas su toucher les conducteurs ; aussi, ces derniers ne peuvent désormais plus compter que sur leur casque pour protéger leur tête en cas d'accident.

Depuis le 1^{er} décembre 1975, le port du casque est obligatoire à moto ; il semblerait qu'il soit, aujourd'hui, parfaitement accepté (le taux de port constaté avoisine toujours 95%). Pourtant, les lésions à la tête sont toujours présentes et ont souvent de lourdes conséquences sur le bilan lésionnel global d'un impliqué.

A ce titre, une étude entière sur ce seul thème est pleinement justifiée, d'autant plus que l'étude sur l'équipement présentée au chapitre VI.2 [11] avait permis de travailler pleinement sur toutes les protections (gants, bottes, blousons...) exception faite du casque, équipement pour lequel nous avons dû mettre de côté de nombreuses données mais aussi laisser en suspens de nombreuses questions.

Protéger sa tête semble une évidence pour beaucoup mais pourquoi certaines catégories d'usagers semblent plus réticentes que d'autres ?

Les casques actuels sont-ils vraiment efficaces ou mériteraient-ils d'être améliorés ?

Si oui, quels seraient les objectifs d'amélioration ?

Quelles sont les blessures généralement rencontrées au cours d'un choc à la tête malgré la présence du casque ?

La littérature s'est-elle penchée sur ce thème particulièrement spécifique ?

Pourquoi les blessures à la tête sont-elles toujours aussi graves et nombreuses ?

Afin de mieux répondre à ces questions, nous avons orienté notre travail sur les points suivants :

- ✓ L'acquisition d'une connaissance approfondie du matériel actuellement disponible sur le marché. D'abord en se penchant sur les normes et la législation propres au casque puis, ensuite, en essayant de faire une description quasi-exhaustive des équipements disponibles dans le commerce ainsi que de la traumatologie à laquelle la tête est généralement confrontée.
- ✓ La réalisation d'un état de l'art sur le casque, seul sujet propre au deux-roues motorisé abordé en profondeur dans la littérature.
- ✓ L'utilisation de notre base de données : l'étude approfondie de nos cas cliniques nous permettant de mettre en relation le taux d'équipement des impliqués avec leur bilan lésionnel, et de tirer des conclusions sur l'efficacité de l'équipement porté.

Il ressort ainsi que, si dans sa globalité, l'équipement du conducteur de deux-roues était relativement délaissé du point de vu de la législation (aucune obligation de port) et de la normalisation, il en va tout autrement pour le casque dont le port est rigoureusement contrôlé et la qualité lourdement normalisée.

Cependant, les utilisateurs ne semblent pas pleinement conscients de l'enjeu « casque » et les statistiques, flatteuses en apparence (un taux de port compris en 91 et 99% toutes catégories confondues) sont en réalité alarmantes dès que le problème est abordé en profondeur.

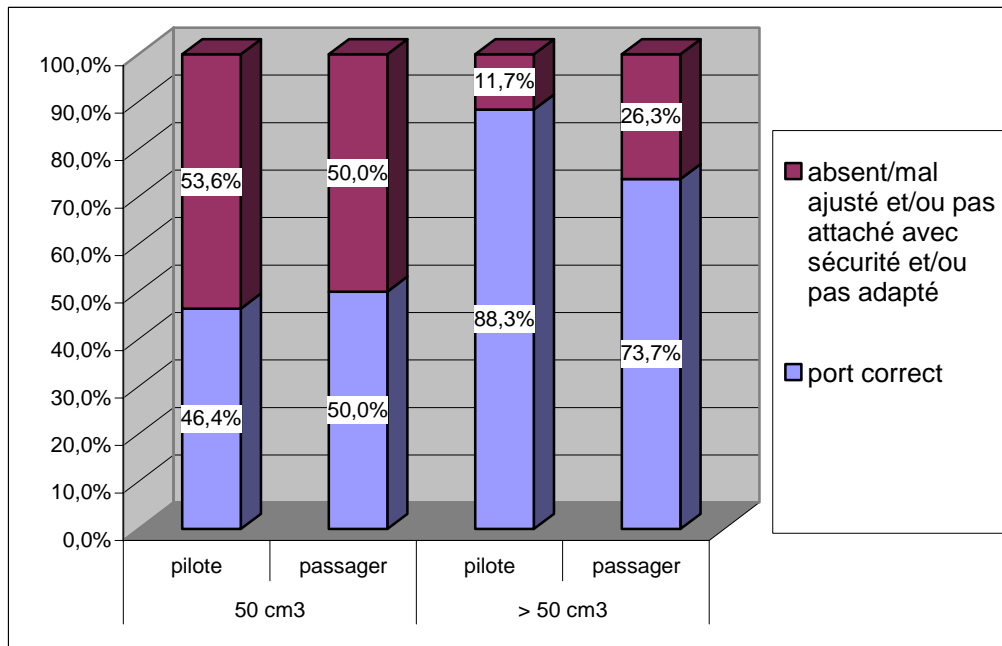


Figure 8 : Port correct du casque selon la cylindrée, pilote et passager.

Ainsi, notre base de données a permis de constater des valeurs préoccupantes de port chez les passagers de grosses cylindrées et tous les utilisateurs de 50 cm³. De plus, nous avons pu mettre en avant le fait que les casques, s'ils étaient globalement portés, n'étaient pas toujours adaptés à la morphologie de leur utilisateur ni correctement ajustés et en bon état, surtout chez les passagers et les conducteurs de 50 cm³, c'est dans cet optique que nous avons dissocié un casque correctement porté d'un casque absent et/ou mal ajusté, pas attaché avec sécurité, pas adapté. Cette notion de port correct est importante, un casque incorrectement porté pouvant s'éjecter plus facilement ou présenter une moins bonne efficacité en cas de choc.

Ces chiffres éloquentes montrent à quel point les passagers et les utilisateurs de cyclomoteurs sont mal informés ou peu concernés par leur propre sécurité et qu'un travail de sensibilisation semble nécessaire, notamment chez les jeunes.

Les améliorations potentielles des casques semblent à ce jour limitées. Si les matériaux évoluent de jour en jour et offrent des capacités de protection accrues, le rôle d'absorption d'énergie, considérable, semble toujours limité par le volume général du casque, volume pouvant difficilement être augmenté à outrance pour des raisons évidentes de poids et d'encombrement.

La norme actuelle (ECE 22-05) est globalement satisfaisante.

Un casque homologué doit notamment pouvoir absorber une quantité d'énergie définie en différents points :

- B, à l'avant du casque
- X, à droite ou à gauche du casque
- R, à l'arrière du casque
- P, dans la zone d'un rayon de 50mm dont le centre coïncide avec l'intersection entre l'axe vertical central et la face extérieure de la couronne de casque.
- S, dans la zone de protection maxillaire.

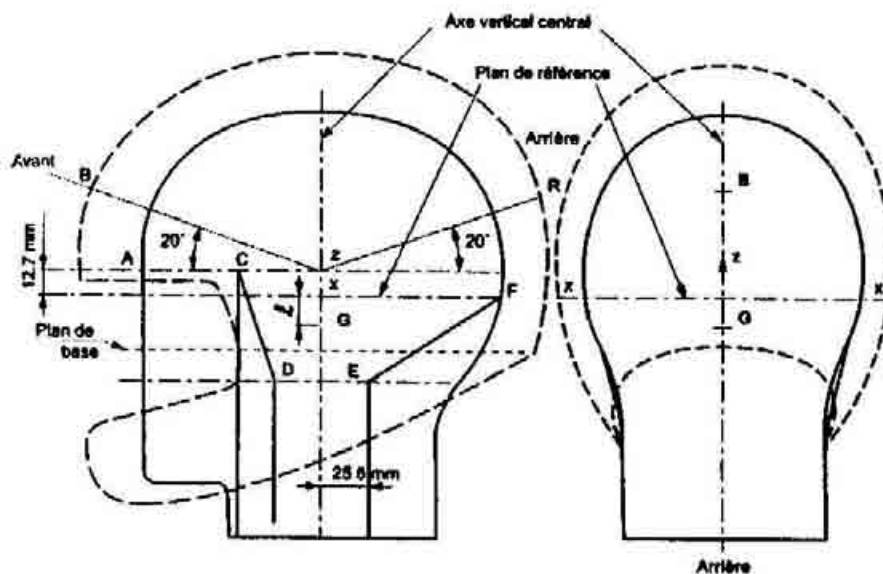


Figure 9 : Identification des points d'impact B, X et R (norme ECE 22)

La norme mériterait cependant certaines améliorations afin d'homologuer des casques plus à même de répondre aux exigences accidentologiques propres aux deux-roues motorisés : ainsi, la forme de la « fausse tête » (tête-mannequin servant aux tests) devrait être revue dans sa partie maxillaire ; un test d'impact supplémentaire, réalisé sur une zone aléatoirement définie serait judicieux et le positionnement du casque sur la tête devrait être revu.

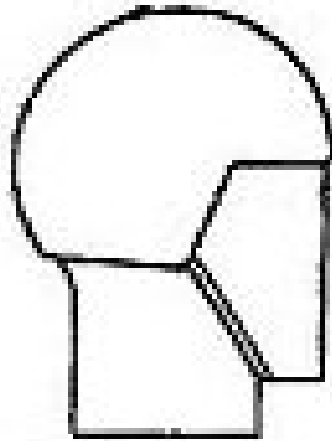


Figure 10 : forme globale de la « fausse tête » décrite dans la norme ECE 22

Concernant la partie bibliographique, le casque est à ce jour le seul thème relatif au deux-roues motorisés pour lequel les études sont légion (c.f. bibliographie). Celles relatives à l'efficacité du port du casque ou encore aux mécanismes lésionnels de la tête sont nombreuses et régulièrement abordées depuis des dizaines d'années. Désormais, l'avenir semble orienté vers la mise au point de modèles éléments finis de la tête ; c'est pourquoi le CEESAR participe au projet PROTEUS (**PRO**tection de la **TÊ**te des **US**agers vulnérables) dont l'objectif est de mieux comprendre les chocs à la tête pour mieux protéger ces dernières, et dont le but final est de mettre au point un outil numérique de prédiction des lésions crâno-encéphaliques nécessaire à l'évaluation et l'élaboration des systèmes de protection de la tête en cas de choc.

Aucun accessoire de protection, aussi efficace soit-il, ne pourra éviter de blessures s'il n'est pas porté au moment de l'accident. Vis-à-vis du casque, la majorité des usagers l'ont bien compris. Malheureusement, ces casques sont trop souvent vétustes et/ou inadaptés. Informer les conducteurs de deux-roues sur ce point, et plus particulièrement les jeunes, par le biais des moto-écoles ou des assurances constituerait une première étape particulièrement profitable. D'autres études pourraient également apporter de nouveaux éléments de réponse à la problématique casque. Comme nous l'avons vu, les efforts ont surtout porté sur l'estimation du gain offert par le casque et se tournent actuellement vers la modélisation casque-tête. Certains domaines n'ont pas encore été étudiés en profondeur et notre étude clinique ainsi que l'expérience acquise tout au long du projet RIDER nous ont permis de soulever d'autres points sensibles qui devraient être approfondis par le biais de nouvelles études.

Ainsi, notre travail a permis de traiter certaines variables qui, à notre avis, mériteraient d'être analysées plus en profondeur. Le type de casque utilisé ainsi que sa vétusté demanderaient une analyse plus fine, notamment du point de vue de leur incidence sur la traumatologie. Pour mener à bien cette étude, il faudra réaliser des autopsies sur les impliqués présentant des lésions crâniennes, chose qui n'a pas été possible dans RIDER.

Le taux de port, correct ou non, mériterait également une étude plus poussée, tant celui-ci est préoccupant chez les jeunes et les passagers ; cette étude pourrait de plus concerner les enfants pour lesquels aucune donnée n'a à ce jour été collectée.

La visibilité de nuit et/ou sous la pluie à travers une visière de casque ainsi que le bruit (aussi bien en terme de perception de l'environnement acoustique que de confort) nous semblent réellement problématiques. Un travail en ce sens pourrait être bénéfique aussi bien au confort qu'à la sécurité.

Ces nouvelles études permettraient de confirmer ou faire avancer les connaissances et ainsi, faire progresser cet équipement particulier qu'est le casque.

4 Analyse des manœuvres réalisées en situation d'urgence [12]

La sécurité primaire constitue, dans le milieu du deux-roues, le domaine le plus apte à être amélioré tant les caractéristiques actuelles des deux-roues motorisés tendent à minimiser les effets d'un travail sur la sécurité secondaire (absence de carrosserie en tête).

Ce travail sur la sécurité primaire passe par une connaissance approfondie des manœuvres réalisées en situation d'urgence, connaissances que seule une étude comme la notre est capable d'apporter.

Les questions relatives aux manœuvres d'urgence sont multiples :

Quelles sont les différentes manœuvres d'urgence généralement tentées ?

Pourquoi un conducteur va choisir une manœuvre plutôt qu'une autre ?

Est-il ou non capable de réaliser correctement ce type de manœuvre ?

Le caractère exceptionnel et inattendu inhérent à une situation d'urgence n'engendre t-il pas des réactions « réflexe » difficilement maîtrisables ?

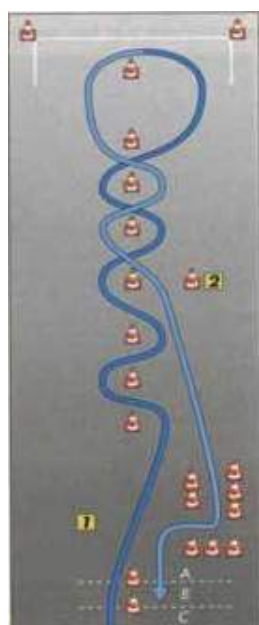
Notre étude, pour répondre à ces questions, a porté son travail sur les points suivants :

-L'analyse de la base « théorique » des manœuvres d'urgence qui sont celles enseignées à l'examen du permis de conduire

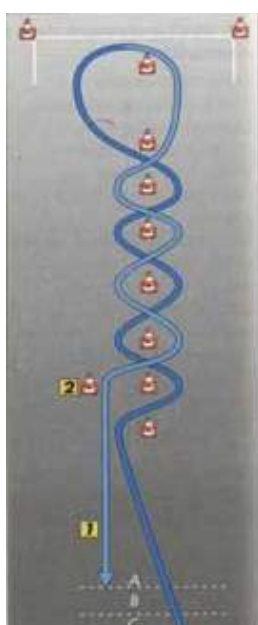
-L'acquisition d'une connaissance approfondie de la problématique liée aux manœuvres qui passe par l'analyse de la bibliographie existante sur cette thématique.

-L'utilisation de la base de données CEESAR : l'étude approfondie de nos cas cliniques pour compléter les connaissances déjà acquises dans les chapitres précédents et finalement aboutir à des propositions de prévention propres aux différents problèmes soulevés tout au long de l'étude.

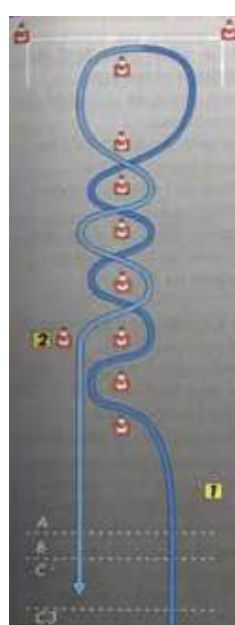
Ainsi, l'apprentissage du freinage et de l'évitement sont les deux points clés du permis de conduire actuel comme en attestent les quatre parcours chronométrés que doit maîtriser chaque candidat au permis de conduire A ou A1.



Evitement à droite et arrêt



Freinage soutenu



Freinage et rétrogradage



Evitement à gauche et arrêt

L'analyse des études déjà réalisées sur le sujet a permis de confirmer une évidence : le caractère exceptionnel et inattendu de la situation d'urgence engendre des réactions « réflexe » difficilement maîtrisables. Ces réactions incontrôlées ont cependant le mérite d'aboutir à des actions, qui si elles sont généralement mal maîtrisées, sont les plus logiques et efficaces : le freinage et l'évitement.

Le freinage est très majoritairement la manœuvre la plus employée mais elle s'avère pourtant souvent impuissante à résoudre un grand nombre de situations accidentogènes. La manœuvre d'évitement semble quant à elle nettement plus efficace que le freinage mais sa réalisation s'avère plus délicate, surtout en situation d'urgence.

Le freinage a cependant cet avantage de réduire la vitesse d'impact et donc de minimiser les conséquences du choc et ne constitue à ce titre jamais un mauvais choix.

Notre étude clinique a pleinement confirmé ces observations et montre ainsi sa représentativité en terme accidentologique.

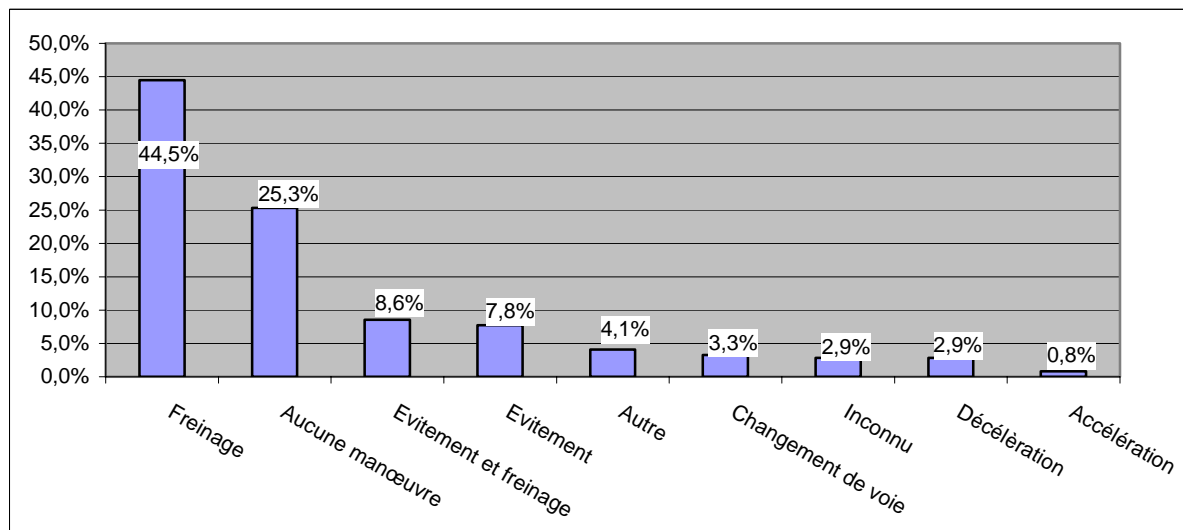


Figure 11: Manœuvres d'urgence tentées par les conducteurs

On constate ainsi une très forte prédominance du freinage et de l'évitement, le freinage étant par ailleurs largement majoritaire par rapport à l'évitement.

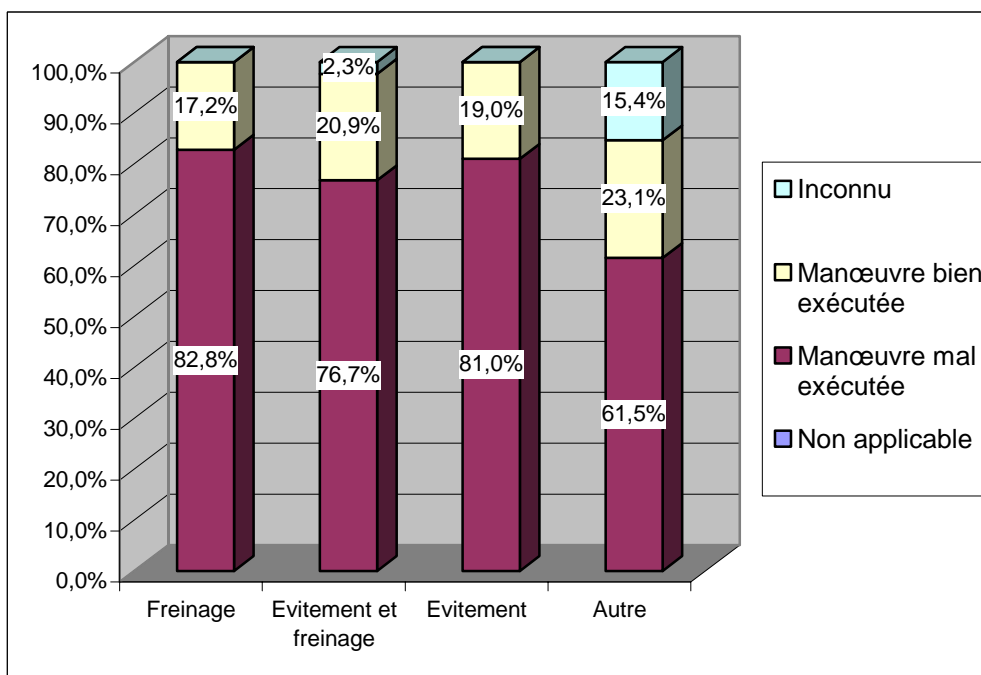


Figure 12: réalisation correcte ou incorrecte de la manœuvre en fonction du type de manœuvre

Notre base de données a également permis de mettre en avant le fait que les conducteurs ne semblaient pas capable de réaliser correctement ces manœuvres dans près de 80% des cas.

Ces observations nous ont amené à réfléchir aux mesures potentielles capables d'améliorer ce constat.

Nous avons pu extraire la problématique principale de nos cas d'accidents : comme c'est souvent le cas, c'est encore l'opérateur humain qui constitue le maillon le plus faible de tous les éléments ayant concouru à l'accident.

Dans cette optique, il convient de l'aider à prendre conscience de la dangerosité d'une situation mais aussi lui permettre de réaliser plus efficacement sa tâche.

Le premier point pourrait être résolu à moyen terme grâce au projet SUMOTORI [3] destiné à concevoir et démontrer la faisabilité d'un système électronique embarqué capable de détecter, à travers le comportement dynamique d'un deux-roues motorisé une situation à risque et d'en avertir son conducteur.

L'optimisation de la réalisation de la manœuvre ne peut à ce jour porter que sur le freinage ; la tendance actuelle va vers une généralisation des aides au freinage (ABS, répartiteur et amplificateur) ce qui est un plus incontestable en terme de freinage et peut également permettre au conducteur de garder la maîtrise de son véhicule et tenter, ainsi un évitement.

Former plus efficacement les conducteurs sur les manœuvres d'urgence apparaît enfin comme une solution potentielle bien qu'il soit difficile d'apporter la preuve réelle de l'efficacité de ces formations, l'urgence et le stress d'une situation accidentogène faisant ressurgir chez les conducteurs « éduqués » les « mauvaises habitudes ». Seule une formation continue, à l'image de celle dispensée dans l'aéronautique ou dans les milieux de conduite professionnels permettrait une réelle maîtrise des manœuvres d'urgence en toute situation mais cette solution n'est pas envisageable en terme social ni économique.

5 Efficacité attendue d'un meilleur freinage en situation d'urgence [5]

L'automobile, considérablement en avance sur la moto dans le domaine de la sécurité, a vu son niveau de développement s'élever considérablement au cours des dernières années; l'ABS, déjà démocratisé depuis plusieurs années, s'est vu depuis peu épaulé par de nouveaux systèmes de sécurité aussi bien actifs que passifs : airbags de plus en plus nombreux et performants, ESP, amplificateur de freinage, antipatinage, prétensionneurs de ceintures...

Au cours de la même période, le retard pris par la moto n'a cessé de croître : l'ABS, qui existe depuis près de 15 ans, tarde toujours à s'imposer ; le répartiteur de freinage, moins coûteux, perce légèrement mais reste encore marginal sur l'ensemble du marché et les airbags, dont la mise au point semble difficile, ne parviennent pas à s'imposer. La seule innovation récente concerne l'amplificateur de freinage mais sa diffusion reste pour le moment anecdotique.

Ce sont les véhicules et les usagers les plus vulnérables qui devraient être équipés en priorité des systèmes de sécurité et aides à la conduite, or, la réalité est tout autre : ce sont les moins exposés qui bénéficient réellement des dernières innovations.

La problématique du freinage est multiple et peut être envisagée selon deux optiques différentes : le véhicule ou le conducteur. Des travaux sur ce second point ont déjà été menés (surtout dans le domaine de l'automobile mais également dans celui du deux-roues motorisé) et c'est sur la partie matérielle, c'est-à-dire les aides destinées à améliorer le freinage des deux-roues, que notre travail et notre problématique s'orientent.

Ainsi, pourquoi les aides au freinage qui existent sur les deux-roues depuis de nombreuses années restent anecdotiques en terme de chiffres de vente ?

Que peut attendre de ces aides un conducteur de deux-roues à moteur confronté à une situation d'urgence ?

La présence de ces aides ne risque t-elle pas de modifier son comportement et l'inciter à prendre plus de risques en lui donnant un sentiment de sécurité supplémentaire?

Notre étude, pour répondre à ces questions, a porté son travail sur les points suivants :

- ✓ Acquérir une meilleure connaissance de la problématique liée au freinage en général, en analysant les actions et réactions d'un conducteur et de sa machine en situation de freinage.
- ✓ Décrire les aides au freinage actuellement mises à disposition des conducteurs : leur principe de fonctionnement, les phénomènes qu'elles sont sensés combattre et enfin les résultats concrets, chiffrés, qu'elles sont en mesure d'apporter.
- ✓ Enfin, observer, grâce à notre base de données, les différences entre les conducteurs utilisant des aides au freinage et les autres : leurs caractéristiques, leurs réactions en situation d'urgence et leur comportement vis-à-vis de leur environnement.

Ainsi, notre travail a permis d'aboutir aux observations suivantes :

En situation d'urgence, le blocage des roues est le phénomène qui pose le plus de problèmes aux conducteurs. Non seulement responsable d'une grande part des chutes à moto, ce phénomène agit également à l'autre extrémité du problème en allongeant considérablement les distances de freinage, les conducteurs n'osant plus freiner suffisamment de peur d'être confrontés à un éventuel blocage.

Ces mêmes conducteurs, par méconnaissance des techniques optimales de freinage, ont tendance à employer davantage leur frein arrière au détriment du frein avant. Ce dernier est en effet nettement plus efficace compte tenu du phénomène de transfert de masse.

Les aides au freinage répondent efficacement à ces problèmes :

-L'ABS (ou système anti-blocage des roues) a pour rôle d'éviter le blocage des roues malgré l'application d'une pression trop importante sur les commandes de frein et permet à un conducteur moyen d'optimiser son freinage de la même façon qu'un conducteur chevronné.

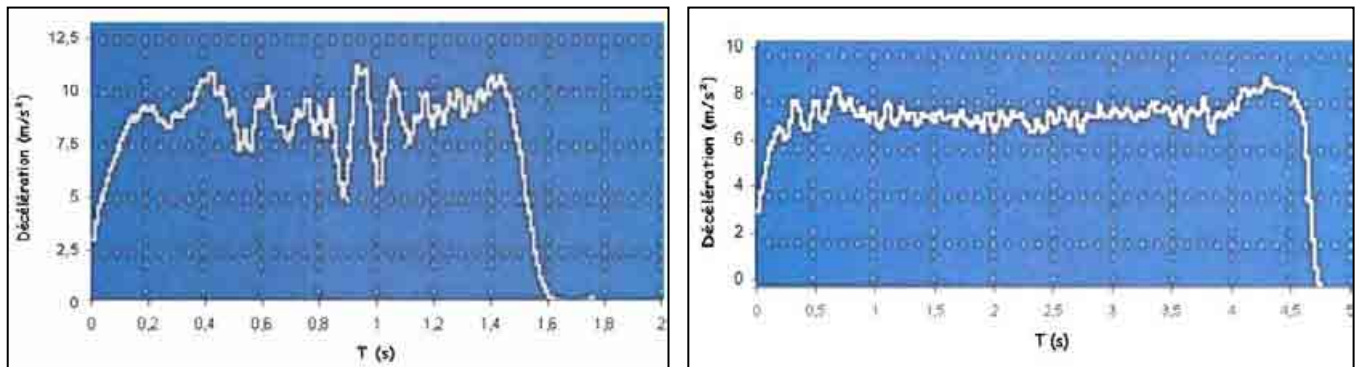


Figure 13: décélération sans ABS (Kawasaki ZZR 1200),
Pilote expérimenté et avec ABS (Honda VFR 800 VTEC)

-Le freinage intégral (ou freinage couplé) répartit efficacement entre les roues avant et arrière la force de freinage, alors qu'avec un freinage traditionnel, ce sont deux commandes distinctes qui assurent séparément le freinage sur la roue avant (avec la main droite) et le freinage sur la roue arrière (avec le pied droit).

-L'amplificateur de freinage permet d'obtenir une décélération plus importante sans que l'action sur les commandes de freinage soit plus intense.

Un deux-roues idéalement équipé serait doté de ces trois aides, ce qui permettrait à un conducteur moyen d'obtenir des décélérations proches de celle d'un pilote expérimenté : le répartiteur simplifiant la gestion d'une tâche délicate en permettant au frein avant de jouer pleinement son rôle ; l'amplificateur palliant le manque de pression que le conducteur moyen n'aura pas osé appliquer sur ses commandes sans pour autant dépasser les limites d'adhérence de la machine grâce à l'ABS.

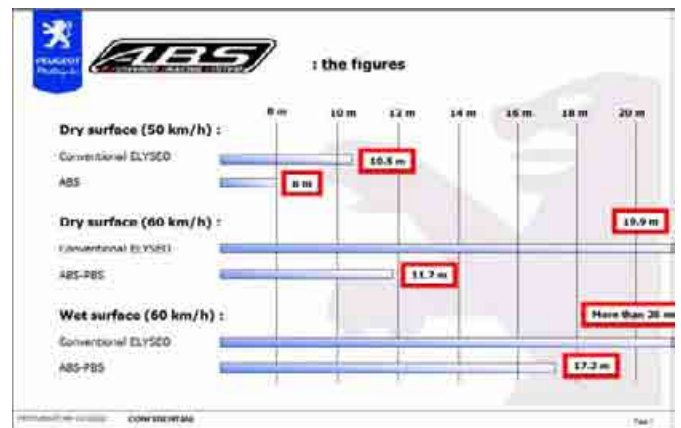
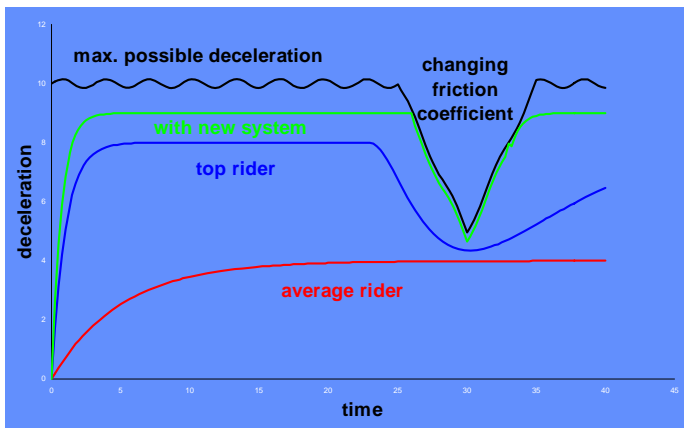


Figure 14 : capacités de décélération d'un véhicule en fonction du conducteur et/ou des aides au freinage²

Si les assistances au freinage offrent des qualités indéniables en terme de stabilité, de contrôle du véhicule et des distances de freinage, il nous restait à connaître l'incidence qu'elles avaient sur les conducteurs, chose permise grâce à notre base de données qui comprend à ce jour 16 cas de véhicules équipés d'aides au freinage.

Notre étude micro-accidentologique nous a d'abord permis de constater le faible taux d'équipement en aides au freinage dont dispose le parc deux-roues actuel : seul 7% de notre échantillon en dispose, ces valeurs étant proches des valeurs nationales.

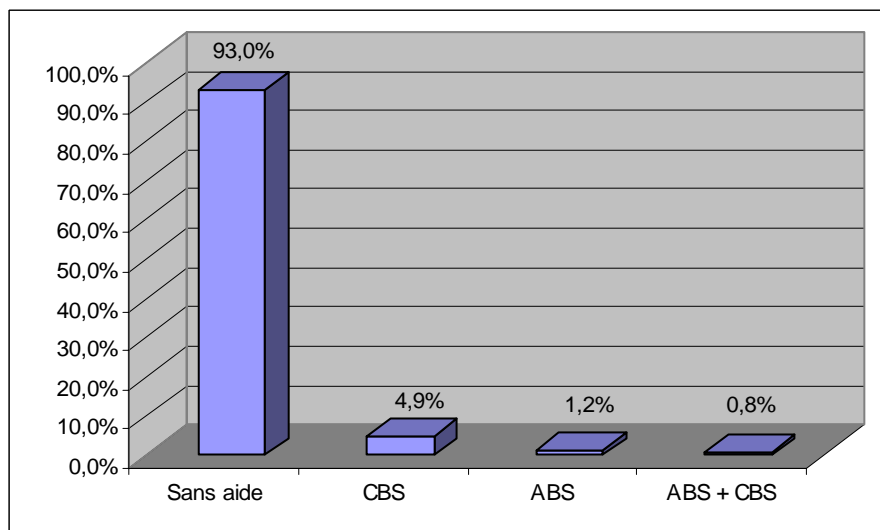


Figure 15: type d'aide au freinage³

² Graphique Peugeot Motocycles

³ Le CBS est l'une des dénominations commerciales du répartiteur de freinage.

D'autre part, nous avons pu constater que les conducteurs possédant un véhicule équipé d'une aide au freinage étaient généralement plus âgés et expérimentés que la moyenne de notre échantillon. Plus à l'aise financièrement pour s'équiper d'options encore coûteuses, leur expérience leur permet sans doute une meilleure prise de conscience des dangers inhérents à la pratique du deux-roues, ce qui pourrait expliquer leur besoin d'assistance.

Ceci est confirmé par une tendance à prendre des risques et à commettre des infractions inférieure aux autres, ce qui se ressent dans leur passé accidentel, moins chargé que pour le reste de notre échantillon.

A contrario, ils semblent s'autoriser une certaine liberté avec la vitesse (par excès de confiance ?), et leur vitesse avant et au moment de l'accident est sensiblement supérieure, ce qui se ressent dans leur bilan lésionnel dont la gravité est plus élevée que pour le reste des impliqués.

A ce jour, les aides à la conduite sont encore très rares sur l'ensemble du parc de deux-roues motorisé mais ce constat évolue sensiblement depuis quelques mois grâce à quelques constructeurs généralistes (Honda et Peugeot-motocycles en tête) ayant décidé de démocratiser les aides au freinage.

Ce développement des aides, associé au respect du code de la route (ce qui semble en voie d'amélioration depuis 2002), pourrait avoir un effet bénéfique sur l'accidentologie des deux-roues à moteur sous réserve que les conducteurs qui en disposent les utilisent correctement ; ceci passe par une meilleure information sur l'intérêt du système ainsi que par une meilleure formation vis-à-vis de ces aides parfois déroutantes et dont l'intérêt est souvent mal compris. Lorsque l'ABS a commencé à se généraliser sur les automobiles, les taux d'accidents des véhicules en étant équipés n'ont pas baissé significativement en dépit des possibilités de contrôle et de freinage accrues. Pour rendre viable cette généralisation et progresser en terme d'accidentologie, les conducteurs devront veiller à ne pas tomber dans l'effet pervers classique induisant une prise de risque supplémentaire sous couvert d'une bonne assistance à la conduite.

Si la part de véhicules équipés d'aides au freinage croît sans cesse depuis quelques mois, elle devrait « exploser » d'ici quelques années. En effet, les constructeurs européens de deux-roues à moteur ont signé en avril 2004 la « Charte européenne de sécurité routière », s'engageant ainsi à développer l'offre de véhicules équipés de systèmes d'aides au freinage (ABS, répartiteur, amplificateur). L'objectif de cette charte étant d'atteindre 50% de l'offre en 2010.

Les pouvoirs publics ont tout intérêt à voir le nombre de victimes de la route baisser ; dès lors, ils pourraient soutenir cette charte et inciter le développement de ces aides au freinage, grâce par exemple à une fiscalité avantageuse, ce qui, associé à une baisse de coûts induits par cette généralisation, rendrait cette option définitivement abordable pour l'utilisateur.

6 Etude des scénarios d'accidents [6]

Scénario-type d'accidents : déroulement prototypique correspondant à un groupe d'accidents présentant des similarités d'ensemble du point de vue de l'enchaînement des faits et des relations de causalité dans les différentes phases.

Cette définition de Brenac et Fleury [33] reprise dans de nombreuses études abordant ce thème, fait à ce jour référence; d'une manière globale, on peut assimiler les scénarios-type à un regroupement de cas autour de problèmes identifiés comme étant en interaction les uns avec les autres et présentant des similitudes globales affirmées.

La classification sous forme de scénarios-type est actuellement très employée et ce, dans une multitude de domaines. Celui de l'accidentologie s'y prête particulièrement et les accidents de la circulation n'ont de cesse d'être classifiés.

Pourtant, il n'est pas importun de se demander quelle est le réel intérêt d'une classification de ce type.

Permet-elle d'acquérir une connaissance supplémentaire des mécanismes accidentels ?

Est il possible grâce à elle d'obtenir plus aisément une vue d'ensemble des éléments constitutifs d'une base de données, et, ainsi, d'établir des conclusions générales propres à ces ensembles de cas ?

Ce type de classification est-il en mesure de faire ressortir de nouvelles informations de la base de données du CEESAR issue de ses Etudes Détaillées d'Accidents.

Telles sont les réponses auxquelles a tenté de répondre notre étude, organisée selon les trois axes principaux suivants :

- ✓ L'acquisition d'une connaissance approfondie de la problématique deux-roues au niveau national, en observant, notamment, les classifications déjà effectuées selon cette échelle macroscopique.
- ✓ La description précise de la notion de scénario-type d'accident : définition du concept, objectifs recherchés, méthode utilisée pour aboutir à ce type de classification et modèles de scénarios.
- ✓ Mise à profit de notre base de données : étude approfondie de nos cas cliniques nous permettant d'élaborer notre propre classification répondant aux objectifs du projet RIDER afin d'acquérir des connaissances supplémentaires et, finalement d'aboutir à des propositions de prévention propres aux différents problèmes soulevés par cette classification.

Ainsi, notre travail a dans un premier temps permis de mieux comprendre les enjeux liés aux scénarios-type d'accidents. Cette classification a pour but de généraliser des informations issues d'accidents dont les caractéristiques présentent des similitudes telles qu'ils peuvent être assimilés à un modèle (modèle CVE -Conducteur-Véhicule-Environnement-, modèle séquentiel, modèle de fonctionnement de l'opérateur humain, modèle de la tâche de conduite [22]). L'intérêt d'un tel regroupement est de pouvoir comparer efficacement un groupe d'accidents, quel que soit le nombre d'entités qui le compose, sans pour autant perdre les informations majeures le caractérisant, ceci permettant dans un premier temps d'acquérir une connaissance complète des mécanismes accidentels

L'application directe de ces scénarios-type sera l'élaboration de mesures préventives pouvant toucher aussi bien le conducteur, son véhicule ou l'environnement dans lequel il évolue.

L'objet principal de cette étude était bien entendu d'appliquer ce concept de scénario-type à notre base de données. Cette classification, issues d'une analyse experte a ainsi permis d'identifier les enjeux accidentologiques principaux liés à l'ensemble des cas d'accidents constituant notre base de données.

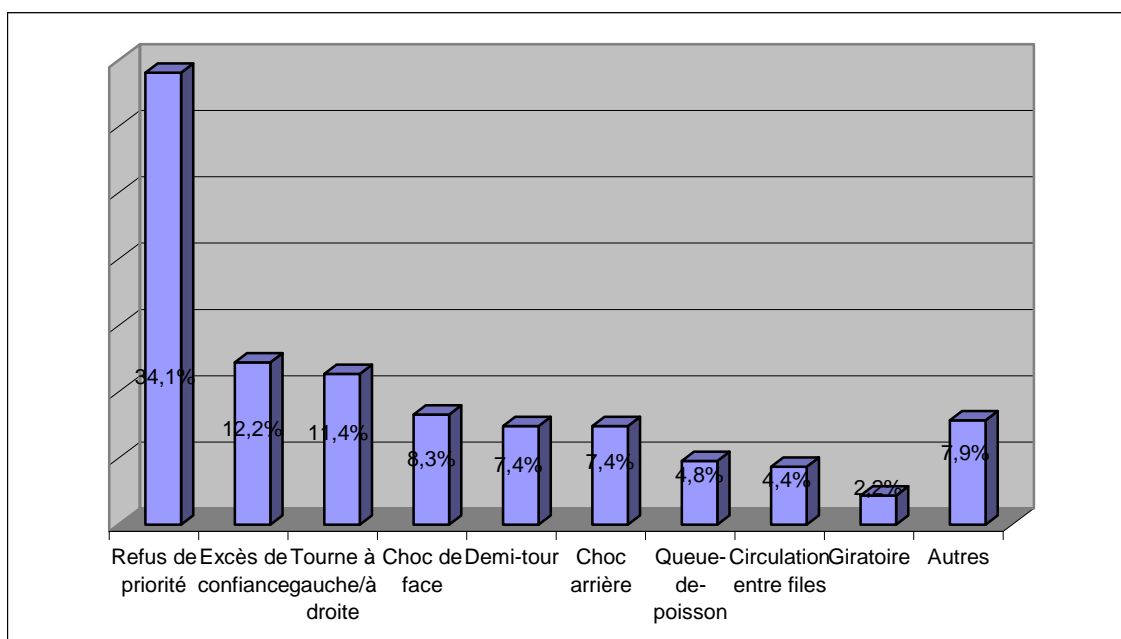
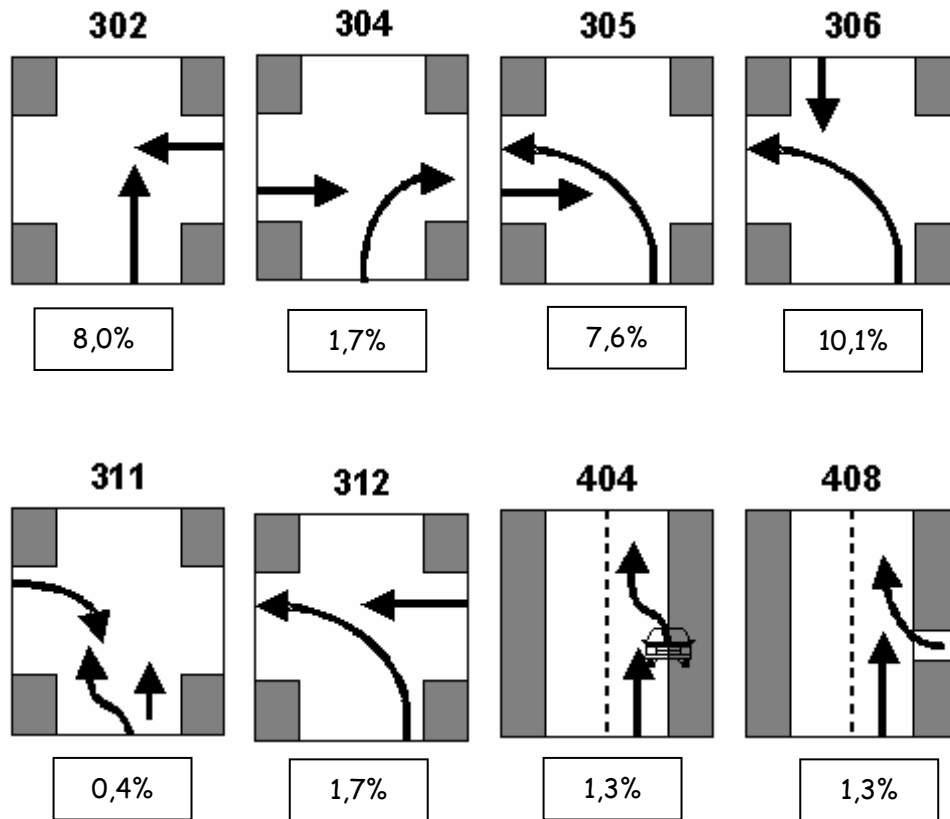
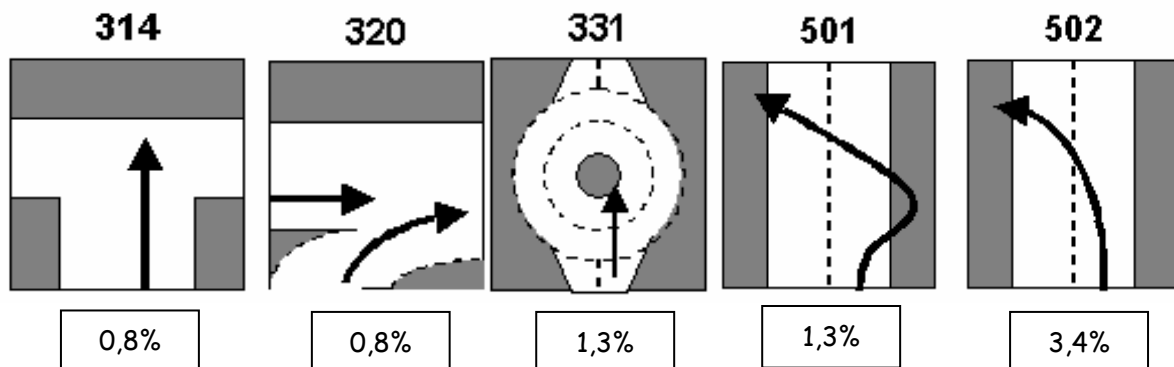


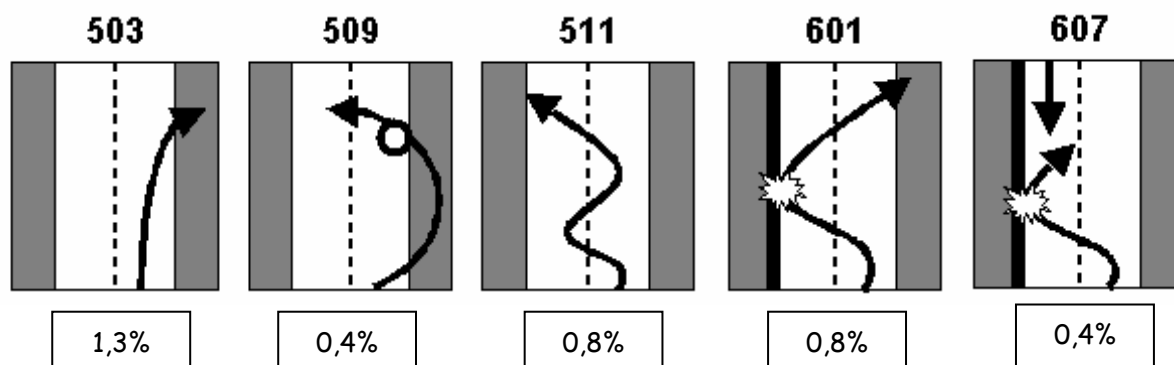
Figure 16: classification en scénarios-types de l'échantillon CEESAR.

Ainsi, les intersections représentent nettement le point sensible de notre base de données, puisque c'est sur ce type d'infrastructure que se déroulent près de la moitié des accidents collectés. Ainsi, notre première classe de scénario-type regroupe les cas pour lesquels un refus de priorité a été observé et ce, dans près d'un cas sur trois.

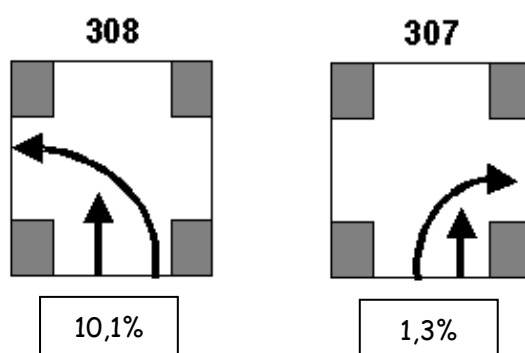


Ensuite, 12% des accidents incombent à un excès de confiance de la part du conducteur de deux-roues, cet excès étant à l'origine de la perte de contrôle.





Un troisième scénario se distingue des autres : il regroupe les accidents survenant sur les tourne à gauche/à droite pour lesquels un impliqué coupe la route à un autre situé sur la voie adjacente.



D'une manière plus globale, il est important de comprendre qu'il y a autant de classifications que de problèmes à traiter et qu'une base de données peut avoir plusieurs utilités en se rangeant en une infinité de classifications qui dépendront de l'objectif visé. Pour preuve, notre base de données a été également utilisée au sein du projet SUMOTORI afin de faire émerger des scénarios pour lesquels une perte de contrôle était à l'origine de la chute.

Pour RIDER, notre analyse a permis d'identifier quelles étaient les problématiques associées à ces configurations d'accidents : la visibilité et la perceptibilité moindre des deux-roues associées à un comportement particulier de cette catégorie de véhicule sont ainsi les facteurs de risque qui ressortent le plus de notre étude.

D'autre part, notre analyse a permis de faire ressortir le conducteur à l'origine de l'évènement initiateur de l'accident : ainsi, 36,2% des accidents ont pour origine une action, une faute commise par le conducteur du deux-roues à moteur contre 63,8% pour le véhicule adverse.

Ces observations nous ont permis de faire différentes propositions de mesures préventives, associées à chacune des problématiques identifiées.

Ainsi, concernant les problèmes liés à la faible perceptibilité et à la méconnaissance du deux-roues motorisé, il serait envisageable, lorsque le comportement du deux-roues est mis en cause, d'informer les conducteurs d'automobiles (au cours de leur formation par exemple) sur les capacités dynamiques et le comportement typique des deux-roues motorisés. A l'inverse, il serait utile d'informer les motards de la faible perceptibilité qu'ils offrent aux autres conducteurs. Bien entendu, la priorité consisterait à rendre le comportement des motards plus prévisible en réduisant leur vitesse ou en les empêchant de circuler là où on ne les attend pas lorsque cela présente un réel danger.

Enfin, lorsque nous sommes en présence d'un réel problème visuel, une première étape pourrait consister à éviter les masques à la visibilité grâce à une meilleure conception de la voirie et de son entourage et en rendant les intersections moins complexes afin de ne pas mobiliser toute l'attention des conducteurs à la compréhension du carrefour, en généralisant, par exemple, les carrefours giratoires.

Scénario-type	Problématique associée	Mesure préventive
-Refus de priorité -Tourne à gauche/à droite -Choc de face -Demi-tour -Queue de poisson -Giratoire	-Deux-roues mal perçu -Problème visuel	-Suppression des masques à la visibilité -Meilleure lisibilité et simplification des intersections.
-Refus de priorité -Tourne à gauche/à droite -Choc de face -Choc arrière -Queue de poisson	-Inattention de l'autre conducteur -« loi du plus fort »	-Pas de mesure préventive viable -Information des autres conducteurs sur la dynamique deux-roues et leurs habitudes
-Refus de priorité -Tourne à gauche/à droite -Choc de face -Queue de poisson	-Deux-roues inattendu -Dynamique surprenante	-Incitation des deux-roues à rouler moins vite et à se positionner correctement sur la chaussée -Information des autres conducteurs sur la dynamique deux-roues et leurs habitudes
-Perte de contrôle par excès de confiance -Choc arrière -Circulation entre les files	-Comportement à risque du conducteur de deux-roues	- Sanctions - Formation et information sur les conséquences d'une conduite à risque.

Tableau 1: récapitulatif des mesures préventives proposées.

Notre classification en scénarios-type a donc permis d'extraire la problématique principale de nos cas d'accidents : comme c'est souvent le cas, c'est encore l'opérateur humain qui peine à s'adapter à ceux qui les entoure. Bien que le conducteur du deux-roues ne semble « responsable » de l'accident que dans un cas sur trois, ce sont bel et bien tous les conducteurs qui tireraient bénéfice d'une réelle réflexion et d'un travail sur leur formation et information.

7 Ejection des pilotes [13]

L'objectif de cette étude était de savoir si, en cas d'accident, il est préférable ou non de maintenir le conducteur sur son véhicule à l'aide d'une ceinture de sécurité adaptée aux caractéristiques du deux-roues.

Le point de départ de cette réflexion est due à l'apparition sur le marché d'un véhicule innovant d'un point de vue de la sécurité du conducteur : le BMW C1.



Si sa caractéristique la plus marquante réside dans la présence d'une cellule de survie, assurant en théorie une protection exceptionnelle pour un conducteur de deux-roues, sa particularité qui nous intéresse au sein de cette étude est d'imposer au conducteur le port d'une ceinture de sécurité. Afin de rendre cette cellule de survie fonctionnelle et empêcher l'éjection du conducteur, celui-ci est couplé à sa machine grâce à une ceinture 4 points (voir photo).

Seul véhicule rendant le conducteur solidaire de son deux-roues jamais commercialisé à ce jour, le BMW C1 devait représenter pour notre étude

clinique la valeur étalon à laquelle notre échantillon « classique » pourrait être comparé.

La ceinture de sécurité du C1 est pensée pour fonctionner avec la cellule de survie de la machine ; cependant, ses effets sur l'éjection du conducteur auraient permis de mettre en avant, notamment, les mécanismes lésionnels observés chez les impliqués et faire apparaître, si tel était le cas, les différences entre les éjectés et les non éjectés.

✓ Aucun cas recensé d'accident corporel impliquant un BMW C1.

Cette comparaison devait être permise par la comparaison d'accidents de conducteurs sanglés et de conducteurs non sanglés, et donc, par la présence dans notre base de données d'impliqués conducteurs de C1. Malheureusement, notre équipe d'accidentologues a été confrontée à un problème rédhibitoire : l'absence totale de cas d'accidents corporels impliquant ce type de véhicule

- De Mai 2000 à Mars 2005, le CEESAR a réuni 360 cas d'accidents regroupant suffisamment d'informations pour être traitables ultérieurement. Pour ce faire, nous avons dû observer près de 900 cas d'accidents sur le département. Sur ces 900 accidents corporels, pas un seul C1 n'a été recensé.

- Une partie de notre base de données étant issue du projet européen MAIDS, nous avons interrogé les données fournies par nos partenaires européens. Les 771 cas issus des projets italiens, allemands, hollandais et espagnols n'ont révélé, eux non plus, la présence d'aucun accident corporel impliquant un BMW C1.
- Conscients de l'enjeu que représentait le BMW C1, nous avons, pour ce cas particulier, étendu dès le début du projet RIDER notre champ d'action à l'échelle nationale, ce qu'autorisent les Bulletins d'Analyse des Accidents Corporels (BAAC). L'interrogation de ces fichiers (établis chaque fois qu'un accident ayant provoqué un dommage corporel a été signalé à un commissariat de police ou à une brigade de gendarmerie) n'a révélé la présence d'aucun cas d'accidents corporels impliquant un BMW C1 durant toute notre période d'enquête.
- Au cours du projet, une investigation auprès des plus grands concessionnaires BMW deux-roues de la région parisienne (la zone géographique Française où le C1 s'est le plus vendu) a été réalisée. Le personnel de ces concessions a plusieurs fois effectué des réparations sur ce scooter après un accident, mais à leur connaissance, aucun des conducteurs n'avait de lésions corporelles à déplorer.
- BMW n'a pas souhaité répondre positivement à notre sollicitation d'informations concernant le retour d'expérience qu'ils auraient pu obtenir vis-à-vis de l'accidentologie de leurs clients possesseurs de C1.

Ce concours de circonstances défavorables ne nous a pas permis de réaliser la partie la plus innovante et pertinente de notre étude, celle qui aurait permis, notamment, de comparer les bilans lésionnels d'impliqués éjectés ou non et ce pour des situations identiques, permettant ainsi une comparaison viable.

Cependant, ce constat nous permet de nous poser deux questions : le C1 a-t-il une représentativité sur le marché du deux-roues et est-il efficace au point d'empêcher toute lésion corporelle à son conducteur ?

✓ La base de données CEESAR : insuffisante sans les cas C1

Nous aurions pu cependant tenter d'appréhender la problématique de l'étude avec nos seuls cas issus de deux-roues motorisés classiques. En effet, une configuration particulière d'accident aurait pu autoriser ce type d'analyse : des glissades au cours desquelles le pilote serait resté « coincé » sous sa machine, reproduisant ainsi, en théorie, les effets d'une ceinture de sécurité pour moto.

Malheureusement, cette configuration d'accident relativement rare, ne permet pas de tirer des conclusions viables.

A ce jour, les seules affirmations que nous pouvons tirer de notre base de données sont les suivantes.

- Les véhicules équipés de pare carters ou de moteurs proéminents permettent au conducteur de ne pas rester emprisonné sous sa machine au cours d'une glissade.
- Le fait qu'un conducteur reste bloqué sous sa machine durant une glissade n'a qu'une faible incidence sur le bilan lésionnel de ses membres inférieurs.

- A contrario, cela peut avoir des répercussions importantes au moment d'un choc avec un obstacle. En effet, comme nous avons pu le constater dans nos études précédentes, de nombreuses blessures sont le fait d'une rencontre avec un obstacle fixe ou mobile. Le fait d'être solidaire de sa machine va augmenter dans certaines configurations la sévérité de l'accident (le conducteur étant « pris en sandwich » entre l'obstacle et sa machine) mais peut également la réduire (c'est la machine qui vient taper l'obstacle en premier et jouera le rôle d'absorbeur d'énergie).

Ainsi, pour la seule configuration d'accident pour laquelle notre base de données peut être utilisée, il nous est impossible de tirer des conclusions, qui de toute façon n'auraient pu être réellement représentatives.

Pour valider ou non l'intérêt d'un couplage homme-machine, il aurait fallu pouvoir comparer des accidents avec et sans éjection du pilote et ce, pour toutes les configurations accidentogènes possibles. Or, contrairement au cas particulier de la glissade, nos conducteurs de deux-roues venant impacter un obstacle extérieur ont été irrémédiablement désarçonnés de leur machine, rendant par la même notre base de données -dépourvue de C1- inopérante.

- ✓ Une bibliographie à ce jour inexistante sur l'éjection des conducteurs

Enfin, les études traitant de ce sujet particulier sont inexistantes. BMW a, pour concevoir son scooter, très probablement réalisé des études conséquentes (relatives à l'intérêt de sangler le pilote, aux répercussions que cela peut avoir...) mais, comme nous l'avons évoqué plus haut, la firme allemande n'a pas souhaité nous communiquer ces informations.

Seules les données et informations diffusées à titre publicitaire et informatif sont ainsi disponibles :



La capacité de la ceinture à maintenir le pilote solidaire de sa machine est indéniable. Dans ce genre de configuration (impact direct), sa présence semble salvatrice⁴.

⁴ Photo : BMW, image publicitaire

Devant de telles contraintes et carences informatives, nous nous sommes vu obligés de renoncer à la réalisation d'une étude classique abordant le sujet traité de manière approfondie et se basant sur une base informative conséquente et cohérente.

A ce jour, l'association cellule de survie et ceinture de sécurité semble offrir un degré de sécurité exceptionnel pour un deux-roues motorisé : l'impossibilité de trouver ne serait-ce qu'un seul cas d'accident corporel avec un BMW C1 sur l'ensemble du territoire national semble en attester.

Cependant, il est à ce jour impossible d'émettre des hypothèses sur le gain théorique que permettrait un couplage homme-machine en cas d'accident.

Comme nous l'avons dit précédemment, des données issues d'accidents corporels impliquant des C1 constitueraient une première et indispensable source informative.

L'accès aux études et données des bureaux de recherche BMW offriraient de plus une source d'information non négligeable. Les autres constructeurs de deux-roues se sont probablement déjà penchés sur cette problématique et constituent ainsi une source potentielle supplémentaire.

Enfin, une expérimentation sur piste représenterait la démarche idéale pour obtenir l'intégralité des informations nécessaires, le BMW C1 ne permettant pas, du fait de sa cellule de survie, de répondre pleinement à notre problématique (i.e. l'intérêt d'une ceinture de sécurité sur un véhicule traditionnel).

Ce type d'expérimentation représente une organisation et un coût conséquents mais constituerait une étape indispensable à la réalisation effective de cette étude.

8 Etude statistique [4]

Depuis 2002, le Président de la République Française a décidé de faire de la lutte contre l'insécurité routière l'un des trois grands chantiers de son quinquennat. En dépit de chiffres encourageants depuis la mise en place des mesures inhérentes à cet objectif, la moto reste le moyen de transport le plus dangereux et le conducteur de deux-roues à moteur l'utilisateur le plus exposé aux risques.

L'insécurité routière a été déclarée « cause nationale » et le deux-roues motorisé est l'une des composantes principales de cette problématique. Pour tenter d'enrayer ce fléau, il est indispensable d'avoir une connaissance approfondie des données accidentologiques liées à ce mode de transport particulier.

Ce besoin de connaissance doit s'appuyer sur un système d'informations le plus complet possible à partir duquel analyse, évaluation, proposition et politique pourront être documentées.

Un tel système d'informations doit reposer entre autres sur les 4 axes suivants :

- Données macro-accidentologiques qui permettent de donner les grandes tendances, les enjeux mais qui, de par leur nature désagrégées (beaucoup d'événements mais peu caractérisés), ne peuvent être utilisées pour une analyse fine de certains mécanismes accidentels.
- Données micro-accidentologiques permettant une analyse très fine et détaillée (ex : les Etudes Détaillées d'Accidents). Ce type de données n'a pas vocation d'être représentative des accidents (même si l'on cherche à s'en rapprocher le plus possible) mais de disposer de caractéristiques fines et nombreuses, le plus souvent codées par une équipe d'experts. Ce type de données permet donc de décrire de façon précise la plupart des mécanismes accidentels mais aussi lésionnels.
- Données d'exposition qui permettent de décrire l'échantillon et de le caractériser afin d'établir un support pour les analyses statistiques.
- Méthode d'évaluation (a priori ou a posteriori) soit de dispositifs soit de politiques de sécurité routière permettant la mise en place d'indicateurs fiables.

L'analyse statistique proposée ici est celle relative à l'accidentologie des deux-roues motorisés sur l'ensemble du territoire français mais aussi sur le département de l'Essonne, territoire d'étude du projet RIDER.

La période couverte va de 1997 au premier semestre 2004, mais certains thèmes ont été approfondis sur la seule période 2001/2003 qui coïncide avec les débuts de l'effort national pour enrayer l'insécurité routière.

Nos données, qui sont issues des Bulletins d'Analyse des Accidents Corporels (BAAC), offrent dans un premier temps des informations concernant la réglementation des deux-roues à moteur puis des données statistiques générales sur le deux-roues motorisé pour enfin présenter des données statistiques relatives à l'accidentologie des cyclomoteurs et motocyclettes.

a) Données générales sur le deux-roues motorisé

Afin de nous familiariser avec le milieu du deux-roues motorisé, il était nécessaire de livrer les informations disponibles caractérisant ce moyen de transport, aussi bien sur son ampleur (taille du parc, permis de conduire délivrés) que sur le comportement de ses conducteurs (taux de port du casque, vitesses pratiquées).

Les données suivantes ont été collectées auprès du BAAC.

- ✓ Parc en circulation en fonction de la cylindrée⁵

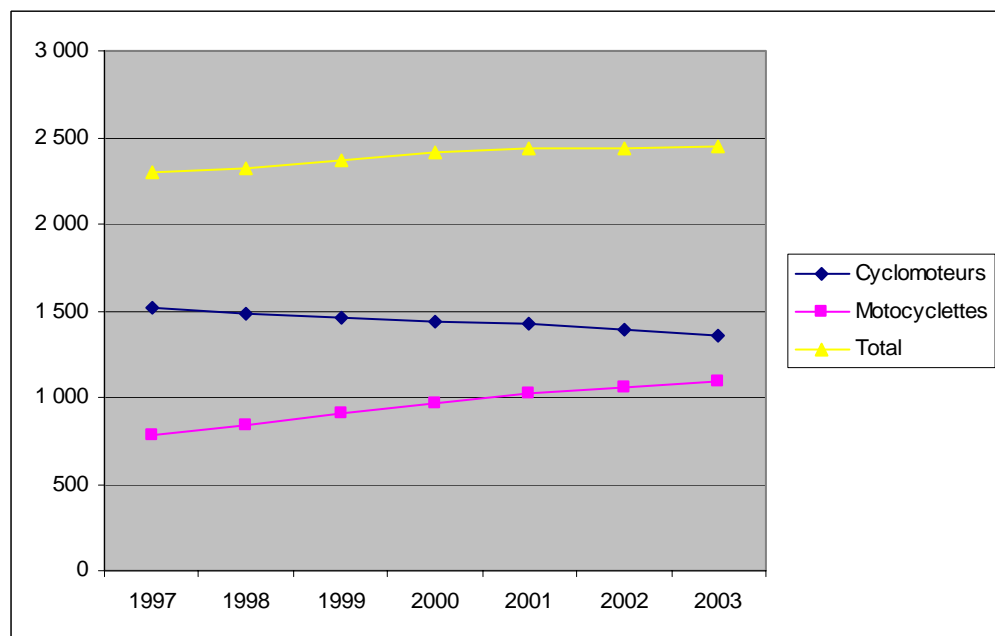


Figure 17: Evolution du parc en circulation, moto et cyclo, de 1997 à 2003 (en milliers de véhicules)

Avant 1997, le parc des motocyclettes en circulation subissait un léger fléchissement depuis trois années ; suite à la réforme de juillet 1996 permettant à tout titulaire d'un permis B de plus de 2 ans de conduire une motocyclette de 125 cm³, la hausse s'est accélérée. Le parc a ainsi connu une croissance de l'ordre de 35% entre 1997 et 2002, la croissance se faisant de plus en plus lentement.

Si le parc des motocyclettes a poursuivi sa progression, tout comme pour le parc des voitures particulières, on constate que celui des cyclomoteurs continue régulièrement à diminuer, lentement mais de manière continue. Aussi, la courbe générale du parc des deux-roues motorisés tend à stagner.

⁵ Source : Chambre syndicale nationale du motocycle

✓ Vitesses pratiquées de jour par les motocyclettes et les voitures⁶

Vitesses pratiquées de jour par les motocyclettes et les automobiles de 1998 à 2003												
	1998		1999		2000		2001		2002		2003	
	Moto	Auto	Moto	Auto	Moto	Auto	Moto	Auto	Moto	Auto	Moto	Auto
Autoroutes de liaison⁷ (130 km/h)												
Vitesse moyenne (km/h)	132	122	130	123	132	127	129	126	134	126	130	124
% de dépassement de la vitesse limite	57	40	50	41	60	52	51	49	54	49	52	42
Autoroutes de dégagement⁸ (110 km/h)												
Vitesse moyenne (km/h)	116	109	120	109	118	110	120	110	120	112	119	112
% de dépassement de la vitesse limite	58	53	61	51	63	54	67	52	66	57	65	58
Routes nationales à 2 x 2 voies avec chaussées séparées (110 km/h)												
Vitesse moyenne (km/h)	114	111	114	112	121	112	118	112	118	112	113	109
% de dépassement de la vitesse limite	55	53	53	60	65	56	65	57	64	58	54	50
Routes nationales à 2 ou 3 voies (90 km/h)												
Vitesse moyenne (km/h)	102	89	103	88	103	89	97	90	104	88	98	85
% de dépassement de la vitesse limite	71	50	71	48	76	52	65	52	74	46	59	38
Routes départementales à grande circulation (90 km/h)												
Vitesse moyenne (km/h)	106	92	103	92	97	95	99	93	109	93	96	90
% de dépassement de la vitesse limite	72	56	64	59	65	61	60	59	85	60	60	50
Traversées d'agglomérations (- 5 000 habitants) par RN (50 km/h)												
Vitesse moyenne (km/h)	68	61	70	60	69	62	70	62	69	61	63	57
% de dépassement de la vitesse limite	86	81	94	79	94	82	91	83	88	80	82	72

Tableau 2: Vitesses pratiquées de jour par les motocyclettes et les voitures de 1998 à 2003

En ce qui concerne les motocyclettes, nous ne disposons que de mesures effectuées le jour. Par ailleurs, compte tenu du petit nombre des observations (1 274 motos en 2003), il convient d'utiliser avec prudence les résultats suivants sur les différents types de réseaux. Les vitesses moyennes pratiquées par les motocyclistes se situe en 2003 toujours au-dessus de la vitesse réglementaire (sauf sur autoroutes de liaison) et de la vitesse moyenne pratiquée de jour par les automobilistes (+ 6 km/h sur les autoroutes de liaison, + 7 km/h sur les autoroutes de dégagement et jusqu'à + 13 km/h sur les routes nationales à 2 ou 3 voies).

⁶ Source: DSCR

⁷ Autoroutes généralement concédées et surveillées par la gendarmerie nationale.

⁸ Autoroutes généralement non concédées et surveillées par les compagnies républicaines de sécurité.

Pour les automobiles, on observe de nuit en 2003, par rapport aux années précédentes, une situation en nette amélioration sur le réseau de rase campagne y compris sur le réseau autoroutier. En 2003, les vitesses moyennes pratiquées de nuit étaient inférieures aux vitesses pratiquées de jour de 10 km/h sur les autoroutes de liaison mais supérieures de 5 km/h sur les autoroutes de dégagement. En milieu urbain, les vitesses pratiquées la nuit sont supérieures à celles pratiquées de jour. Les taux de dépassement des vitesses limites de nuit sont également supérieurs la nuit en milieu urbain aux taux de dépassement de jour, sauf sur les autoroutes de liaison (- 5 points). La dispersion des vitesses autour de la moyenne est légèrement supérieure la nuit que le jour sur les réseaux de rase campagne. La principale raison à ces résultats doit provenir de l'effet de la baisse de trafic sur les vitesses qui est plus fort en milieu urbain et sur les autoroutes de dégagement. Finalement, ce sont près de deux conducteurs sur trois qui dépassent les vitesses limites sur les autoroutes de dégagement et dans les traversées d'agglomérations moyennes, et plus de quatre sur cinq lors des traversées de petites agglomérations par les routes nationales ou des entrées en agglomérations moyennes.

De 1998 à 2002, il est difficile d'observer une tendance prononcée aussi bien pour les motos que pour les autos. D'une manière globale, la courbe des vitesses est restée relativement stable au cours de cette période, les légères variations ne s'observant que d'une année ou d'un type de route à l'autre sans réellement dégager de tendance.

✓ Evolution entre 1999 et 2003 des taux de port du casque⁹.

Les mesures de port du casque par les conducteurs et les passagers des deux-roues motorisés sont issues d'enquêtes visuelles réalisées par les mêmes enquêteurs, dans les mêmes conditions de circulation que les mesures de vitesse et de taux de port de la ceinture. De fait, le seul critère relevé concerne le port ou le non port du casque et aucune distinction concernant le port correct ou la bon adaptation du casque n'a pu être relevée.

-Les cyclomotoristes.

Taux de port (en %)	1999	2000	2001	2002	2003
Sur routes nationales à 2 ou 3 voies	92	93	90	94	98
Sur routes départementales à grande circulation	97	93	70	95	91

Tableau 3 : Evolution entre 1999 et 2003 des taux de port du casque
chez les cyclomotoristes en rase campagne

Taux de port (en %)	1999	2000	2001	2002	2003
Sur routes nationales en traversée d'agglomérations	98	89	90	97	98
Ensemble grandes agglomérations de province	92	92	92	95	95
Paris	96	97	96	98	98

Tableau 4 : Evolution entre 1999 et 2003 des taux de port du casque
chez les cyclomotoristes en agglomération

⁹ Source : <http://www.securiteroutiere.equipement.gouv.fr/>

Sur l'ensemble des réseaux de rase campagne et urbain, les valeurs relevées sont comprises entre 91 % et 98 %.

On observe en 2003 des valeurs de taux de port globalement supérieures ou égales à celles relevées en 2002, sauf en ce qui concerne les routes départementales à grande circulation.

Ces constatations doivent toutefois être utilisées avec prudence au vu du faible effectif de l'échantillon.

Au total, ce sont 408 cyclomoteurs qui ont été observés en 2003, avec 449 occupants (conducteurs et passagers). Le coefficient d'occupation moyen s'établit donc à 1,10 occupant par véhicule contre 1,08 en 2002.

-Les motocyclistes.

Taux de port (en %)	1999	2000	2001	2002	2003
Autoroutes de liaison.	98	96	98	96	98
Autoroutes de dégagement.	99	97	98	97	97
Routes nationales à 2x2 voies.	88	97	98	94	96
Routes nationales à 2 ou 3 voies.	98	99	99	97	94
Routes départementales à grande circulation.	92	95	97	99	97

Tableau 5 : Evolution entre 1999 et 2003 des taux de port du casque
chez les motocyclistes en rase campagne

Taux de port (en %)	1999	2000	2001	2002	2003
Routes nationales en traversées d'agglomérations	98	98	98	95	94
Ensemble grandes agglomérations de province	96	97	97	97	96
Paris	99	98	98	98	99

Tableau 6 : Evolution entre 1999 et 2003 des taux de port du casque
chez les motocyclistes en agglomération

Même si les taux de port du casque constatés restent à un niveau élevé, supérieur à 94 %, on observe en 2003 un repli sensible par rapport à l'année précédente, sur la plupart des réseaux de rase campagne, sauf les autoroutes de liaison et urbains, excepté à Paris. On peut noter par ailleurs, que 2 188 motos ont été observées pour un total de 2 511 occupants recensés (conducteurs et passagers). Cela donne un coefficient moyen de 1,15 occupant par moto, proche de celui relevé en 2002 (1,16 occupant par moto) et supérieur également à celui observé pour les cyclomoteurs (1,10 occupant par cyclomoteur).

b) Analyse en fonction de la cylindrée

- ✓ Comparaison de l'évolution de la mortalité des conducteurs de motocyclettes par rapport à celle du parc en fonction de la cylindrée de 1997 à 2001¹⁰.

		MTL 80 cm ³		MTL 100-125 cm ³		MTT1+MTT2 > à 125 cm ³		Total	
		Nombre	Evolution ¹¹	Nombre	Evolution	Nombre	Evolution	Nombre	Evolution
1997	Tués	12	-8%	97	+26%	631	+11%	740	+13%
	Parc	60 800	-12%	231 700	+17%	478 200	+4%	770 700	+6%
1998	Tués	7	-42%	129	+33%	674	+7%	810	+9%
	Parc	51 900	-15%	270 800	+17%	509 000	+6%	831 700	+8%
1999	Tués	8	+14%	138	+7%	674	0%	820	+1%
	Parc	43 900	-15%	312 900	+16%	549 500	+8%	906 300	+9%
2000	Tués	6	-25%	119	-14%	692	+3%	817	0%
	Parc	36 600	-17%	344 500	+10%	581 800	+6%	962 900	+6%
2001	Tués	7	+17%	132	+10%	792	+14%	931	+14%
	Parc	30 300	-17%	368 900	+7%	615 100	+6%	1 014 300	+5%

Tableau 7 : Evolution de la mortalité des conducteurs en fonction de la catégorie de deux-roues de 1997 à 2001

L'augmentation du nombre des conducteurs tués au guidon de motocyclettes de 100-125 cm³, après une augmentation continue depuis 1996, à la suite de la réforme de l'accès à la conduite, a été enrayerée en 2000. Malheureusement, la tendance à la hausse a repris en 2001 (+10%) sans atteindre heureusement le niveau de 1999. L'augmentation est moins élevée que celle qui est observée parmi les conducteurs de MTT1 et MTT2. Les conducteurs de 125 cm³ représentent ainsi 14% de l'ensemble des conducteurs de motocyclettes tués en 2001. La diminution de cette proportion qui avait été amorcée en 2000 après le maximum observé en 1999 (17%), se poursuit donc en 2001.

La majeure partie de l'accroissement du nombre des tués qui a été constatée en 2001 concerne ainsi les conducteurs de motocyclettes de plus de 125 cm³ (98 tués de plus soit une augmentation de 14%). Pour ces derniers, mis à part la stagnation enregistrée en 1999, la hausse est continue depuis 1996. Le nombre de conducteurs tués au guidon de MTT1 + MTT2 a ainsi augmenté en 5 ans de 40% (plus 226 tués). Certes, cet accroissement est inférieur à celui des motocyclistes tués au guidon de 100-125 cm³ (plus 70%), mais il convient de comparer ces hausses avec celles des parcs.

¹⁰ Données indisponibles pour 2002 et 2003

¹¹ Par rapport à l'année précédente

Sur l'ensemble des cylindrées, le nombre de conducteurs de motocyclette tués ne cesse d'augmenter depuis 1996 et semble, au vu des résultats pour l'année 2002 (dont le détail par cylindrée n'est pas disponible), enfin fléchir. En 4 ans, la hausse est égale à 191 tués (plus 21%) soit presque de 50 par an.

c) Analyse départementale

Notre territoire d'enquête n'est autre que l'Essonne et il nous a semblé indispensable de savoir comment il se comportait par rapport au territoire national. La partie micro-accidentologique de l'étude RIDER permet une analyse très fine et détaillée ; si les données qui en découlent n'ont pas nécessairement vocation à être représentatives des accidents, il est bien sûr intéressant de s'en rapprocher le plus possible. C'est ce que va tenter de vérifier ce chapitre.

✓ Evolution du nombre de victimes entre 2001 et 2003

Véhicule	Territoire	Evolution 2001/2002	Evolution 2002/2003
Cyclomoteurs	National	-11,1%	-3,0%
	Essonne	-17,4%	-1,0%
Motocyclettes	National	-8,3%	-10,2%
	Essonne	-5,0%	-23,2%
Voitures	National	-11,0%	-22,4%
	Essonne	-19,3%	-21,8%

Tableau 8: Evolution entre 2001 et 2003 du nombre de victimes :
comparaison entre l'Essonne et la France

Si d'une manière générale l'Essonne suit la même tendance à la baisse constatée sur l'ensemble du territoire, elle offre cependant certaines particularités : en 2002, la baisse était plus forte que pour la France en ce qui concerne les cyclomoteurs alors que c'est le contraire en 2003.

Les motocyclettes suivent quant à elles le chemin inverse : plus faible baisse du nombre de victimes en 2002 et plus forte baisse en 2003.

En ce qui concerne l'année 2003, année charnière en France, on constate des résultats médiocres pour les cyclomoteurs et des résultats particulièrement encourageants pour les motocyclettes, dont la baisse du nombre de victimes est légèrement supérieure à celle des voitures, ce qui, comparé aux résultats nationaux, est exceptionnel.

✓ Part des victimes graves en motocyclettes

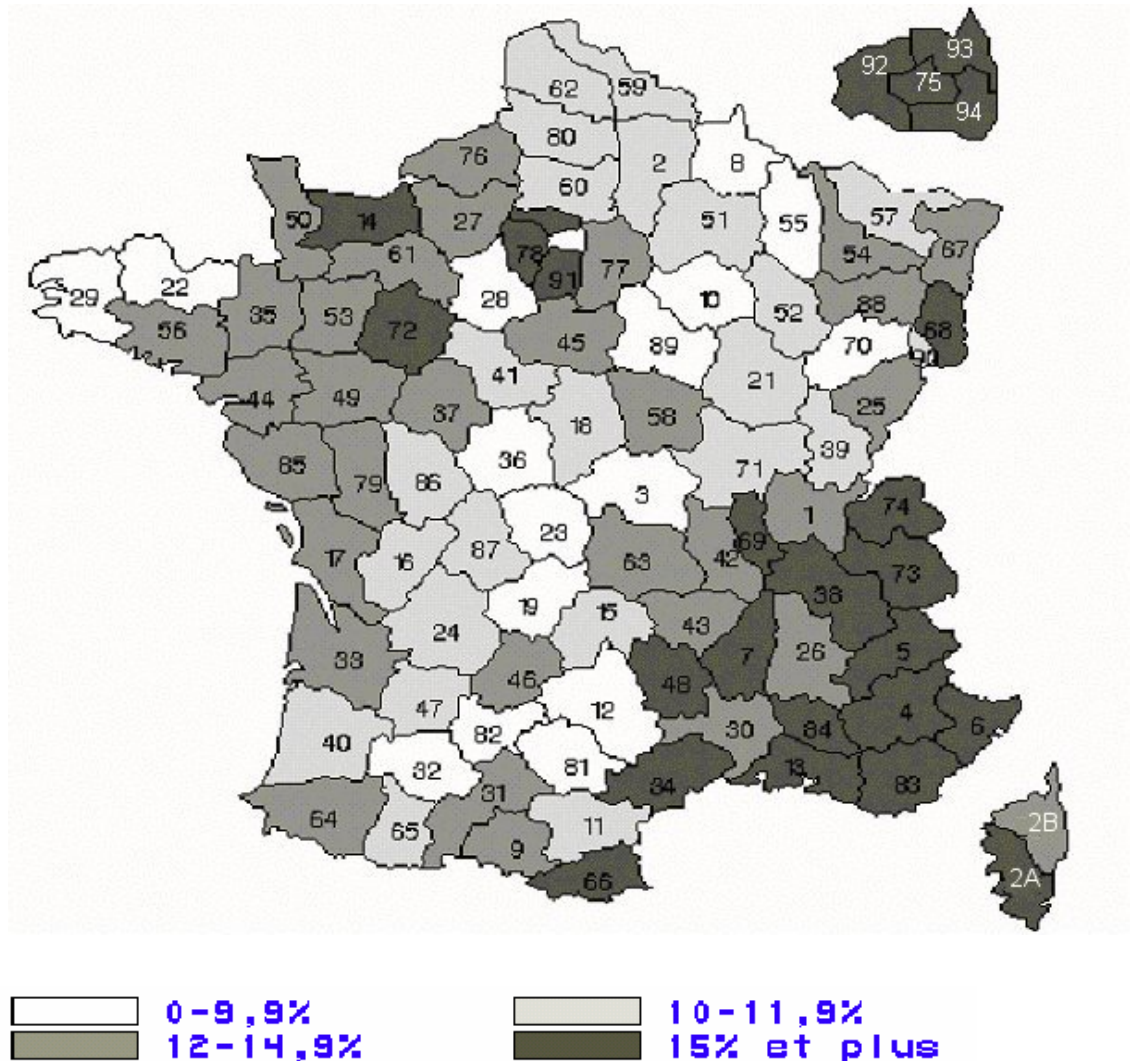


Figure 17 : Taux de blessés graves pour les motocyclettes selon le département.

Si le département occupe une place enviable en terme d'accidentologie (notamment du point de vue de la gravité) sur l'ensemble des véhicules en circulation, il n'en va pas de même pour la catégorie des motocyclettes.

En effet, l'Essonne fait partie des 24 départements où le taux de motocyclistes blessés graves est supérieur à 15%.

Si un trafic urbain surchargé est favorable en terme de gravité chez les autres modes de transport (la vitesse étant fortement réduite), elle est, a contrario, négative pour l'accidentologie des motocyclistes.

En effet, ces zones de congestion accroissent les conflits potentiels entre les véhicules classiques ralentis et les deux-roues circulant à des vitesses potentiellement dangereuses en cas de choc.

Ainsi, il n'est pas surprenant que l'Essonne, département « exemplaire » en terme de gravité pour l'ensemble de ses usagers ne le soit pas pour l'accidentologie des deux-roues motorisés.

d) Analyses complémentaires

✓ Incidence des nouvelles mesures issues du quinquennat 2002

Suite à l'élection présidentielle de mai 2002, l'insécurité routière est devenue l'un des grands chantiers du gouvernement. Les trois graphiques ci-après nous permettent d'en cerner les effets sur l'accidentologie des deux-roues à moteur

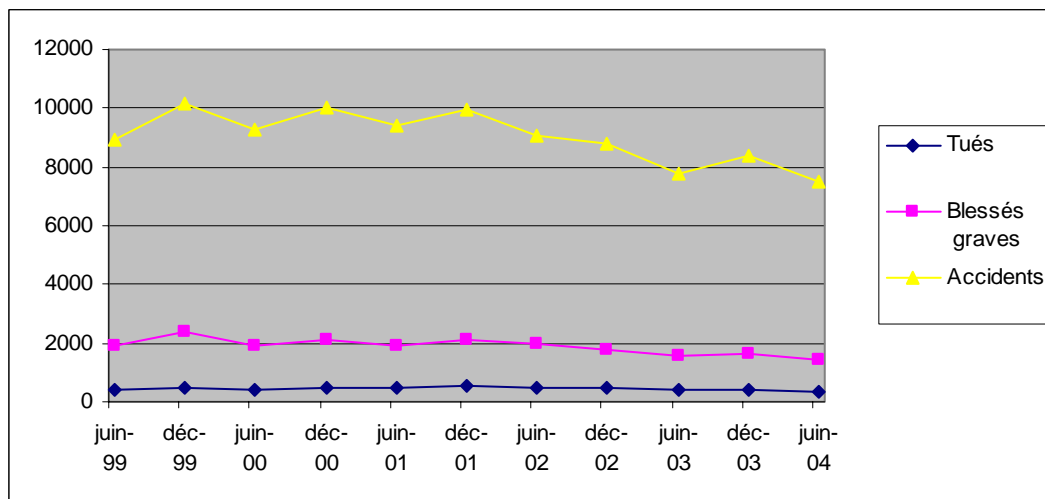


Figure 18: Evolution par semestre du nombre d'accidents et de victimes moto en France de juin 1999 à juin 2004

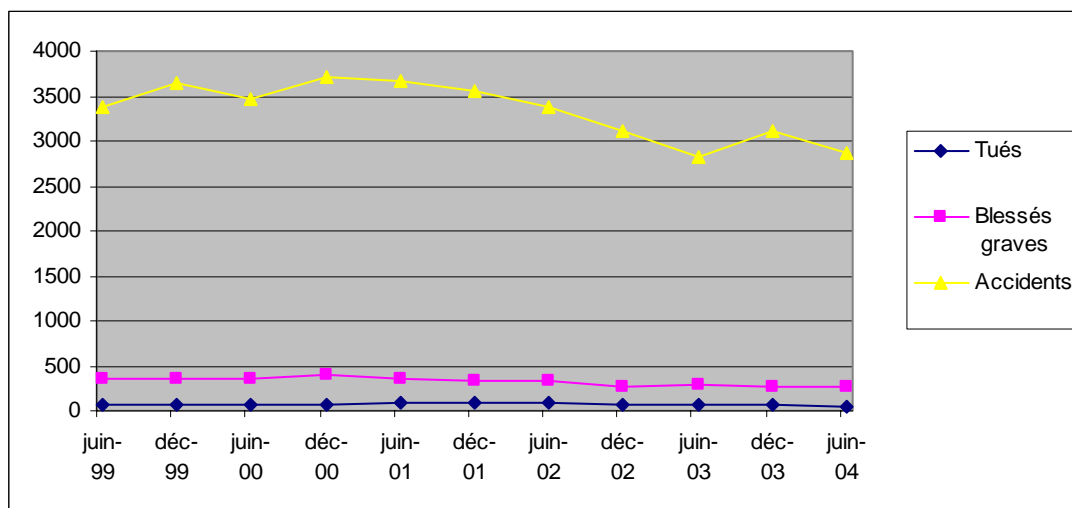


Figure 19: Evolution par semestre du nombre d'accidents et de victimes moto en Ile-de-France de juin 1999 à juin 2004

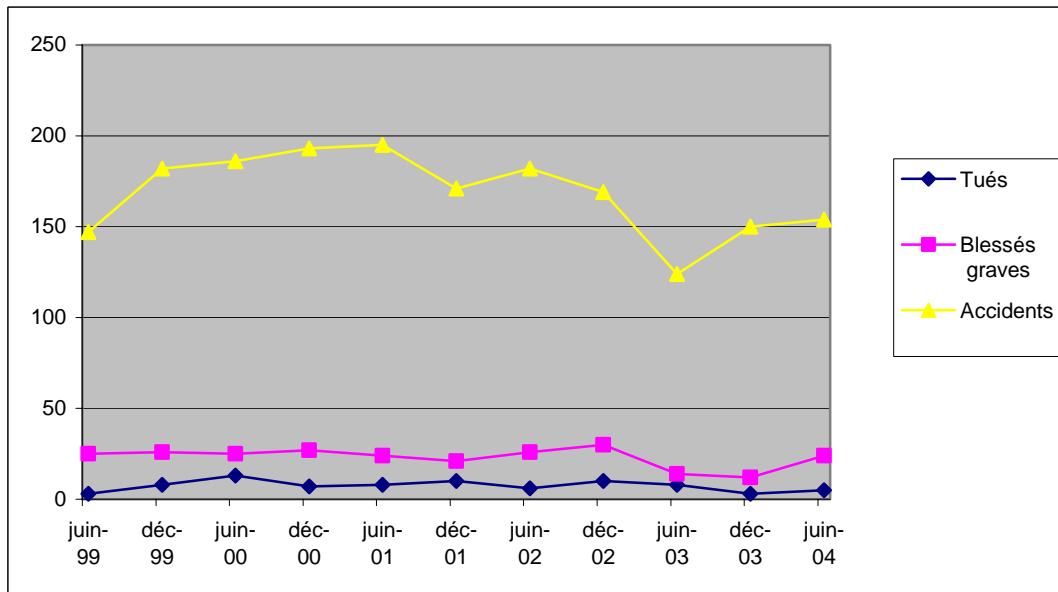


Figure 20: Evolution par semestre du nombre d'accidents et de victimes moto dans l'Essonne de juin 1999 à juin 2004

La courbe du nombre d'accidents est la plus significative vis-à-vis de ces mesures et ce, sur nos trois échelles d'analyse : après des mois de stagnation, la courbe amorce une chute nettement perceptible dès juin 2002. Si les résultats globaux de l'année 2003 sont positifs, le deuxième semestre semble réellement problématique avec une très nette tendance à la hausse. Cette tendance est cependant à la baisse en France et en Ile-de-France pour le premier semestre 2004, exception faite de l'Essonne. Le nombre d'accidents augmente moins fortement qu'au semestre précédent mais le nombre de tués et surtout de blessés graves est en très net hausse. Il sera nécessaire de surveiller les chiffres du dernier semestre 2004 afin de voir l'évolution prise par ces données préoccupantes.

Si l'on s'attache à observer uniquement la courbe des blessés graves ainsi que celle des tués, on constate que celles-ci suivent la même tendance à la baisse. Cependant cette baisse est moins sensible et ne déparait pas par rapport aux mois suivants qui alternaient faibles hausses et baisses. L'Essonne est là encore l'exception puisque on note une nette baisse du nombre de blessés graves à partir de décembre 2002.

Ainsi, l'effet des mesures et de leur annonce a eu un impact très net sur les résultats de l'accidentologie, notamment au niveau de l'Essonne. Cependant, les bons résultats qui ont suivi décembre 2002 ont eu tendance un an plus tard à amorcer une légère stagnation, voir une augmentation pour le nombre de blessés légers. Les données du dernier semestre 2004 permettront de confirmer ou non cette tendance et de valider l'efficacité des mesures prises.

✓ Evolution du nombre de victimes¹² par catégories d'usagers¹³

Evolution de nombre de victimes par catégories d'usagers de 1997 à 2003						
		Tués	Blessés graves	Blessés légers	TOTAL blessés	Gravité ¹⁴
Piétons	1998	988	4 224	14 269	18493	5,07
	1999	882	3 981	14 655	18 636	4,52
	2000	793	3 532	14 866	18 398	4,13
	2001	778	3 170	14 288	17 458	4,27
	2002	819	2 939	13 133	16 072	4,85
	2003	592	2504	11 701	14 205	4,00
Cyclistes	1998	301	1 419	4 947	6 366	4,51
	1999	307	1 281	4 979	6 260	4,67
	2000	255	1 039	4 888	5 927	4,12
	2001	242	925	4 334	5 259	4,40
	2002	211	850	3 721	4 571	4,41
	2003	190	848	4 003	4 851	3,77
Cyclomotoristes	1998	418	4 400	15 706	20 106	2,04
	1999	466	4 015	16 211	20 126	2,26
	2000	431	3 604	16 352	19 956	2,11
	2001	426	3 323	15 543	18 866	2,21
	2002	366	3 154	13 631	16 785	2,13
	2003	372	2 713	13 545	16 258	2,24
Motocyclistes	1998	901	4 356	13 597	17 953	4,78
	1999	901	4 298	14 808	19 106	4,50
	2000	886	4000	15 311	19 311	4,39
	2001	1 011	4 030	15 145	19 175	5,01
	2002	973	3 770	13 775	17 545	5,25
	2003	813	3 161	12 655	15 816	4,89
Usagers de voitures de tourisme	1998	5 491	18 435	80 599	99 034	5,25
	1999	5 161	17 196	79 757	96 953	5,05
	2000	5 006	14 522	78 439	92 961	5,11
	2001	4 998	14 060	73 969	88 029	5,37
	2002	4 602	12 721	65 437	78 158	5,56
	2003	3 509	9 336	51 390	60 726	5,46
Usagers de poids lourds	1998	108	362	1 244	1 606	6,30
	1999	104	366	1 359	1 725	5,69
	2000	116	289	1 311	1 600	6,76
	2001	135	286	1 241	1 527	8,12
	2002	125	266	1 108	1 374	8,34
	2003	107	228	935	1 163	8,43
Autres usagers ¹⁵	1998	230	781	4 196	4 977	4,42
	1999	208	714	4 052	4 766	4,18
	2000	156	421	3 543	3 964	3,79
	2001	130	398	3 233	3 631	3,46
	2002	146	391	2 943	3 334	4,20
	2003	148	417	2 493	2 910	4,84
Ensemble	1998	8 437	33 977	134 558	168 535	4,77
	1999	8 029	31 851	135 721	167 572	4,57
	2000	7 643	27 407	134 710	162 117	4,50
	2001	7 720	26 192	127 753	153 945	4,78
	2002	7 242	24 091	113 748	137 839	4,99
	2003	5 731	19 207	96 722	115 929	4,71

Tableau 9 : Evolution du nombre de victimes par catégories d'usagers entre 1998 et 2003

¹² Victimes : tués + blessés.

¹³ Source: ONISR,

¹⁴ tués/100 victimes

¹⁵ Usagers de camionnettes, transports en commun, tracteurs agricoles, voiturettes, engins spéciaux...

Si l'on détaille l'évolution récente entre 2002 et 2003, on constate que :

- c'est pour les piétons que le nombre de tués diminue le plus (- 27,7 %) puis pour les usagers de voitures de tourisme (- 23,8 %), les motocyclistes (- 16,4 %), les usagers de poids lourds (- 14,4 %) et enfin pour les cyclistes (- 10,0 %). En revanche, il augmente légèrement pour les cyclomotoristes (+ 1,6 %) et les usagers de véhicules utilitaires (+ 1,4 %) ;
- le nombre de blessés diminue pour la plupart des usagers, de - 3,1 % pour les cyclomotoristes à - 22,3 % pour les usagers de voitures de tourisme mais augmente pour les cyclistes (+ 6,1 %) ;
- la gravité, exprimée en tués pour 100 victimes (tués + blessés), diminue pour quatre catégories d'usagers sur sept : les piétons, les cyclistes, les motocyclistes et les usagers de voitures de tourisme
- mais augmente pour les trois autres, de + 0,09 point pour les usagers de poids lourds à + 0,64 point pour les usagers de véhicules utilitaires ;
- dans les accidents avec au moins un poids lourd, on assiste à une diminution de tous les nombres de victimes, en particulier des tués et des blessés graves, qui génère une baisse de la gravité des accidents de 0,78 point.
- dans les accidents avec au moins une camionnette, tous les indicateurs sont également en diminution, y compris la gravité des accidents (- 0,25 point).

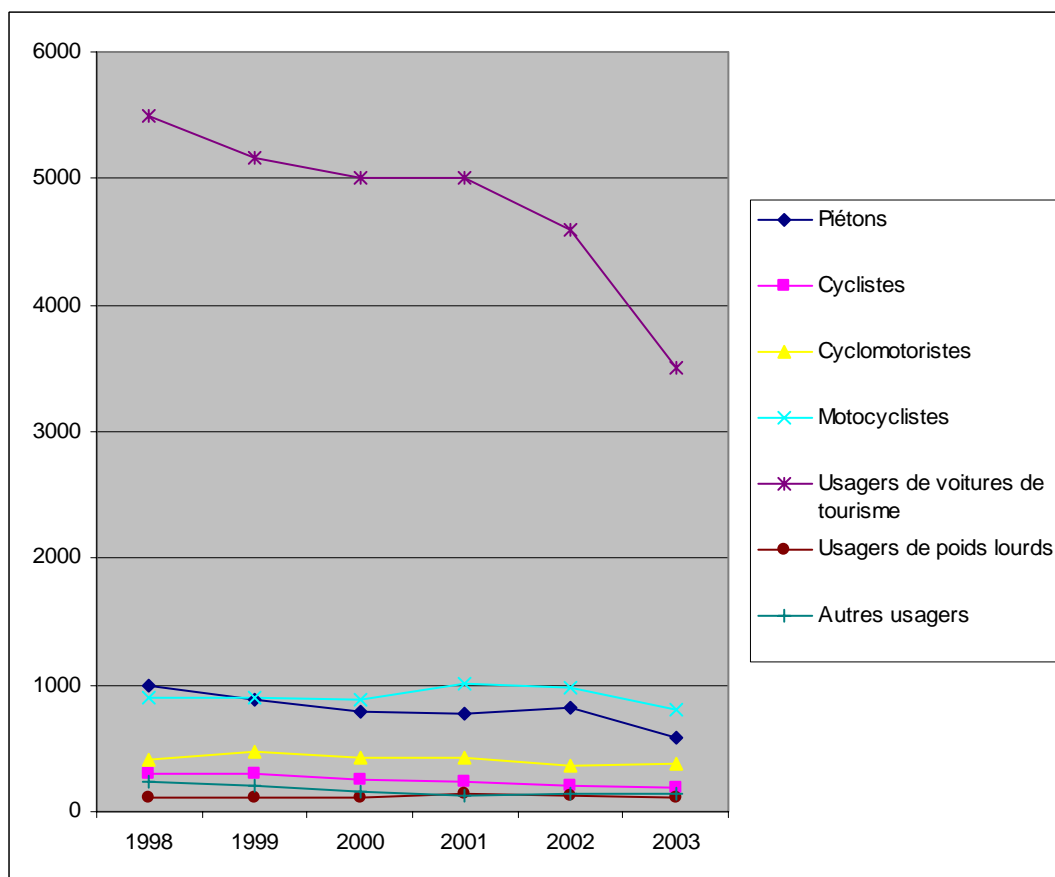


Figure 21 : Evolution du nombre de tués de 1998 à 2003 par catégorie d'usagers

On observe une nette tendance à la baisse de la mortalité que l'on peut vraisemblablement attribuer à la politique gouvernementale mise en place au cours de cette période. Jusqu'en 2002, elle prolonge une baisse légère mais régulière que l'on perçoit pour l'ensemble des usagers depuis 1998/1999, exception faite des motocyclistes (dont le nombre de tués avait augmenté en 2001) et des piétons (en hausse en 2002) ; en 2003, c'est une véritable chute à laquelle on assiste avec une baisse globale de 20,9% du nombre de tués (et une baisse globale de 16% du nombre de victimes).

✓ Évolution entre 2002 et 2003 et comparaison de la mortalité avec les chiffres de l'automobile.

En 2002, les deux-roues motorisés de plus de 50 cm³ représentaient 973 morts (passagers inclus) et 17 545 blessés dont 3 770 graves, auxquels s'ajoutent 366 morts et 16785 blessés chez les cyclomotoristes. Les résultats 2003 pour la moto sont très encourageants avec 813 morts (-16,4%) et 15 816 blessés (-9,9%) dont 3 161 graves (-16,2%). Ces résultats positifs doivent cependant être nuancés : la baisse est moins forte que chez les automobilistes (23,8% de tués en moins) et les cyclomotoristes n'ont pas suivi la même tendance en 2003 : 772 morts (+1,6%) et 16 258 blessés (-3,1%).

Bien que les résultats 2002 et 2003 pour la moto soient encourageants, la tendance à la baisse ne parvient pourtant pas à faire oublier le fait que ces chiffres restent trop élevés comparés à ceux des quatre roues. En 2002, on a compté 923 tués par million de motocyclettes en circulation alors que ce chiffre chute à 158 tués par million de véhicule léger en circulation. Ce constat est édifiant : la probabilité de décès pour les motards est 5,8 fois supérieure. Si l'on prend pour base le nombre de kilomètres parcourus (4030 pour les motocyclistes et 14 660 pour les automobilistes), le risque relatif monte à plus de 21 !

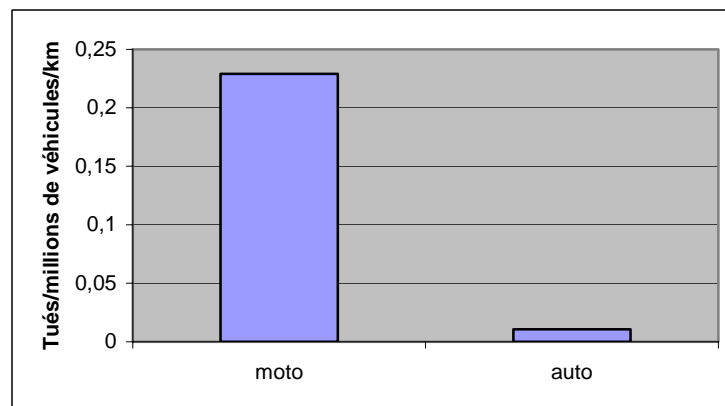


Figure 22 : Tués par million de véhicules en fonction du kilométrage annuel moyen.

La probabilité de se tuer en deux-roues motorisé pour chaque kilomètre parcouru est 21 fois supérieure à celle de l'auto.

Il est à noter que le risque particulier des motocyclettes et de l'âge sont particulièrement corrélés : les jeunes ont une préférence pour la moto pour des raisons pratiques mais également pour son côté passionnel intimement lié à la notion de risque, particulièrement présente chez les jeunes. Ainsi, 83% des tués en motos ont entre 15 et 44 ans et 54% entre 20 et 34ans : la pratique du deux-roues motorisé par des usagers plus intrépides augmente le risque des motos.

Les 125 cm³ ont un taux de tués par km parcouru deux fois inférieur à celui des cylindrées plus importantes.

✓ Nombre de tués à 30 jours et circulation par types de réseaux en 2001 (pays de l'europe des 15)¹⁶

(Les pays européens ne comptent pas la circulation des deux-roues de la même manière : certains ne prennent en compte que les motocyclettes, d'autres les motocyclettes et les cyclomoteurs).

Pays de l'Union européenne	Tués (à 30 jours)			Kilométrage (millions de véhicules x km)			Tués (à 30 jours) par milliard de km parcourus		
	Tous usagers	Motocyclistes	Usagers de voitures de tourisme	Tous usagers	Motocyclistes	Usagers de voitures de tourisme	Tous usagers	Motocyclistes	Usagers de voitures de tourisme
Allemagne	6 977	964	4 023	620 300	13 800	511 300	11,25	69,86	7,87
Autriche	958	108	570	75 537	1 242	56 141	12,68	86,96	10,15
Belgique (2000)	1 470	118	922	90 036	1 107	75 460	16,33	106,59	12,22
Danemark	431	12	241	46 742	236	37 112	9,22	50,85	6,49
Pays-Bas (1999)	1 090	75	535	122 530	1 660	97 990	8,90	45,18	5,46
Suède (1998)	531	40	327	67 401	613	57 009	7,88	65,25	5,74
Pays de l'Union européenne	Tous usagers	2roues à moteur	Usagers de voitures de tourisme	Tous usagers	2roues à moteur	Usagers de voitures de tourisme	Tous usagers	2roues à moteur	Usagers de voitures de tourisme
Autriche	958	144	570	75 537	1840	56 141	12,68	78,26	10,15
Finlande	433	23	262	47 650	900	40 680	9,09	25,56	6,44
France	8 160	519	5 283	545 400	7 400	398 200	14,96	205,27	13,27
G-B (2000)	3 409	605	1 665	467 700	4 400	378 700	7,29	137,50	4,40
Irlande	411	50	230	37 840	291	30 039	10,86	171,82	7,66

Tableau 10 : Nombre de tués à 30 jours et circulation par catégories d'usagers en Europe en 2001

Les différentes façons de comptabiliser la circulation des motocyclettes (motocyclettes seules ou motocyclettes et cyclomoteurs) ne nous permettent pas de comparer le risque des motocyclettes ou des deux-roues pour chaque pays européen. Le problème de l'accidentologie des usagers de deux-roues en France se confirme avec 205 de tués par milliard de kilomètres parcourus. Ce taux est le plus important des pays où cette donnée est disponible. Concernant les véhicules de tourisme, la France se distingue encore (avec la Belgique) par un nombre de tués par milliard de km parcourus particulièrement fort.

Ainsi entre la France et la Grande-Bretagne, la circulation des voitures de tourisme est quasiment aussi importante mais la Grande-Bretagne dénombre trois fois moins de tués dans ces véhicules. Cependant on doit se rappeler que la longueur du réseau routier français est une fois et demie celui de la Grande-Bretagne. La Belgique est le pays le moins sûr, toutes catégories de véhicules confondues avec 16 tués par milliard de km parcourus, vient ensuite la France avec 15 tués.

¹⁶ -Source : <http://www.securiteroutiere.equipement.gouv.fr> Sécurité routière, la sécurité routière en France, bilan de l'année 2002, la documentation française, Paris, (2003).

- Dernières sources disponibles

Cette étude a ainsi permis de rassembler mais aussi produire des informations approfondies sur la problématique deux-roues, qui est l'une des cibles principales du « grand chantier » que représente l'insécurité routière dans les projets de l'Etat.

Ainsi, nous avons pu dans un premier temps nous familiariser avec le monde du deux-roues, notamment en ce qui concerne la réglementation (type de véhicules, permis) et les grandes dates du monde du deux-roues (port du casque notamment). Ensuite, l'analyse des données macro-accidentologiques a permis d'obtenir une connaissance statistique globale, portant notamment sur le parc en circulation (en légère augmentation) et sur le nombre de permis délivrés (en légère baisse). Les vitesses pratiquées ont également été abordées : bien qu'en baisse significative depuis 2002, elles restent toujours supérieures à celles pratiquées par les automobilistes. Le port du casque est quant à lui particulièrement satisfaisant (avec des taux de port oscillant entre 91 et 98% en fonction de la cylindrée ou du type de voie emprunté).

Du point de vue accidentologique, le bilan est globalement préoccupant, l'insécurité propre à ce moyen de transport étant considérable. Même si la dangerosité a évolué positivement sur certains points depuis 2002 (nombre de blessés et de tués), le deux-roues motorisé reste toujours nettement plus dangereux que les autres modes de déplacement, automobile en tête.

L'analyse du département de l'Essonne (le territoire d'enquête de notre base de données) suit les mêmes tendances mais ses résultats en terme de gravité sont parmi les meilleurs de France (comme la plupart des départements à forte densité) et la baisse du nombre de victimes depuis 2002 y est nettement plus importante que pour l'ensemble de la France (-23,2% de victimes motocyclistes en moins entre 2002 et 2003 contre seulement -10,2% en France).

Enfin, nous avons appuyé notre analyse sur l'évaluation de la politique de sécurité routière particulièrement présente depuis 2002 : ainsi, force est de constater que les courbes de l'accidentologie suivent une tendance à la baisse très sensible depuis le second semestre 2002. Cependant, la baisse n'est pas continue (nombre de victimes en augmentation sur le deuxième semestre 2003), et moins forte pour les deux-roues ; la politique actuelle doit donc être poursuivie voire améliorée pour confirmer définitivement sa tendance et atteindre ses objectifs.

Les deux-roues constituent toujours une composante majeure et bien à part de l'accidentologie routière. La baisse du nombre de victimes depuis 2002, bien que sensible, reste cependant moins importante que chez les autres usagers, automobilistes notamment.

Un travail en ce sens doit donc être fourni : ce travail passe irrémédiablement par une connaissance approfondie du sujet, ce à quoi contribue la présente étude.

Synthèse

V. Synthèse

Le projet RIDER a permis de dresser un état des lieux particulièrement avancé sur le deux-roues motorisé et la problématique qui lui est lié.

Si des informations d'ordre général ont pu être collectées, ce sont surtout les données permettant l'amélioration de la sécurité des deux-roues qui visaient à être récoltées ; ceci dans le but d'aboutir à des recommandations destinées à améliorer le fléau de l'accidentologie deux-roues.

Ainsi, les études détaillées d'accidents associées aux études thématiques ont permis de révéler bon nombre d'informations, certaines particulièrement pertinentes ou n'ayant jamais été évoquées. Elles sont ici synthétisées et suivies de recommandations tentant d'y répondre directement :

✓ Lien accident infrastructure

L'infrastructure est réputée comme pouvant être à l'origine de l'accident (en déstabilisant le deux-roues) et comme étant un facteur aggravant du bilan lésionnel.

Notre base de données infirme la première « hypothèse » puisque seul un nombre négligeable (2%) de nos accidents est déclenché par une « mauvaise » infrastructure, qui résulte, qui plus est, plus d'un mauvais entretien (gravillons, gasoil, boue...) que d'une mauvaise conception.

A contrario, nous avons effectivement pu constater que la gravité des accidents contre obstacles était très nettement supérieure à celle des autres ; les arbres, poteaux panneaux, les rails de sécurité et le mobilier urbain sont les obstacles les plus fréquents et dangereux que l'on retrouve.

Ainsi, pour réduire le nombre d'accidents, il est nécessaire d'offrir une bonne visibilité (notamment en ce qui concerne les intersections) et pour minimiser leur conséquence, l'information (panneaux) doit aller à l'essentiel.

La solution la plus acceptable et économiquement viable eu égard à l'enjeu serait alors de traiter les points sensibles pour les aménagements existants et d'intégrer lors de la conception des futures infrastructures routières les préconisations nécessaires à la sécurité des deux-roues motorisés.

Ces problèmes liés à l'infrastructure sont évoqués dans la circulaire n° 99-68 du 1^{er} octobre 1999 et dans le guide du SETRA intitulé « prise en compte des motocyclistes dans l'aménagement et la gestion des infrastructures ». Nos recommandations sont tout à fait en concordance avec celles évoquées dans ces publications.

La grande majorité des lésions que l'on peut rencontrer sur les membres inférieurs et supérieurs sont mineures ou très modérées alors que celles rencontrées sur la tête, le thorax, la colonne vertébrale et l'abdomen sont généralement sévères, voire critiques, il semble donc important de protéger ces zones par des protections adéquates (à améliorer ou à créer).

Les chutes contre obstacles pouvant également être le fait d'un comportement inapproprié, sensibiliser les conducteurs de deux-roues motorisés à une conduite mieux adaptée et plus sûre serait également une solution efficace bien que difficile et délicate à mettre en œuvre.

✓ Protection du pilote par l'équipement

Le port correct du casque et de gants adaptés reste acceptable pour les conducteurs de grosses cylindrées mais plus problématique pour les autres éléments de sécurité. Pour les passagers et pour les utilisateurs de 50cc, le port correct d'un équipement adapté se raréfie dans des proportions alarmantes.(52% des utilisateurs de 50cc ne portent pas correctement leur casque, 83% de l'ensemble des impliqués n'utilisent pas de pantalon spécifique à la moto). Ce faible taux d'équipement s'explique en partie par le prix conséquent de l'équipement pour un conducteur jeune ou pour un passager généralement occasionnel.

Les équipements actuels offrent une efficacité satisfaisante en cas de glissade ou de chocs légers, mais ont des difficultés à absorber l'énergie dégagée en cas de choc important. La marge de progression en terme d'absorption d'énergie semble limitée avec les moyens actuels.

Enfin, exception faite du casque, les normes propres aux deux-roues sont inexistantes, les normes NF EN 13594 et 13595 n'étant actuellement destinées qu'aux professionnels (et non obligatoires).

Imposer le port d'un équipement, comme c'est déjà le cas avec le casque, semble à ce jour difficile à accepter, notamment ceux pour qui le deux-roues est avant tout un moyen de transport pratique et sans contraintes.

Essayer de faire prendre conscience du risque encouru à circuler sans protection particulière, par le biais des moto-écoles ou des assurances serait une première étape mais dépendrait peut être encore trop de la bonne volonté de l'usager; la deuxième solution pourrait passer par un système d'incitation au port d'un équipement complet et adapté, par exemple par le biais de primes d'assurances réduites

Les normes NF EN 13594 et 13595 ne sont actuellement destinées qu'aux professionnels mais pourraient constituer une avancée importante s'il elles étaient appliquées à tous les vêtements de protection : n'imposant aucune technique révolutionnaire, elle permettrait simplement à tous les équipements d'être conçus de manière rationnelle et d'être pourvus de tous les éléments de protection déjà connus et efficaces.

Un autre moyen de protection consisterait à aborder le problème différemment : les constructeurs pourraient travailler sur le « deux-roues du futur », un véhicule dont la protection du pilote serait prise en compte dès la phase de conception (airbags, ceintures, cellule de survie...).

✓ Efficacité attendue d'un meilleur freinage en situation d'urgence

En situation d'urgence, le blocage des roues est le phénomène qui pose le plus de problèmes aux conducteurs. De plus, ceux-ci, par méconnaissance des techniques optimales de freinage, ont tendance à privilégier leur frein arrière alors que l'avant est nettement plus efficace compte tenu du phénomène de transfert de masse.

Seul 7% de notre échantillon est équipé d'aides au freinage, cette valeur étant proche des valeurs nationales.

Les choses évoluent enfin dans le domaine du deux-roues et la part de véhicules équipés d'aides croît sans cesse depuis quelques mois et devrait « exploser » rapidement, les constructeurs européens de deux-roues à moteur ayant signé en avril 2004 la « Charte européenne de sécurité routière » et s'engageant ainsi à développer l'offre de véhicules équipés de systèmes d'aides au freinage.

Ce développement des aides ne pourra être efficace que si les conducteurs qui en disposent les utilisent correctement, ce qui passe par une meilleure information sur l'intérêt du système ainsi que par une meilleure formation

Les aides au freinage répondent efficacement aux problèmes soulevés le répartiteur simplifiant la gestion d'une tâche délicate en permettant au frein avant de jouer pleinement son rôle ; l'amplificateur palliant le manque de pression que le conducteur moyen n'aura pas osé appliquer sur ses commandes sans pour autant dépasser les limites d'adhérence de la machine grâce à l'ABS.

Les pouvoirs publics ont tout intérêt à voir le nombre de victimes de la route baisser ; dès lors, ils pourraient soutenir cette charte et inciter le développement de ces aides au freinage, grâce par exemple à une fiscalité avantageuse, ce qui, associé à une baisse de coûts induits par cette généralisation, rendrait cette option définitivement abordable pour l'utilisateur.

✓ Le casque

Notre base de données a permis d'observer des valeurs préoccupantes de port chez les passagers de grosses cylindrées et tous les utilisateurs de 50 cm³. De plus, nous avons pu mettre en avant le fait que les casques, s'ils étaient globalement portés, n'étaient pas toujours adaptés à la morphologie de leur utilisateur ni correctement ajustés et en bon état, surtout chez les passagers et les conducteurs de 50 cm³.

Les améliorations potentielles des casques semblent à ce jour limitées. Si les matériaux évoluent de jour en jour et offrent des capacités de protection accrues, le rôle d'absorption d'énergie, considérable, semble toujours limité par le volume général du casque,.

La norme actuelle (ECE 22-05) bien que globalement satisfaisante, mériterait certaines améliorations : la forme de la « fausse tête » (tête-mannequin servant aux tests) devrait être revue dans sa partie maxillaire ; un test d'impact supplémentaire, réalisé sur une zone aléatoirement définie serait judicieux et le positionnement du casque sur la tête devrait être revu.

En terme de recherche scientifique, l'avenir semble orienté vers la mise au point de modèles éléments finis de la tête, comme en atteste la participation du CEESAR au projet PROTEUS, destiné à mettre au point un outil numérique de prédiction des lésions crâno-encéphaliques nécessaire à l'évaluation et l'élaboration des systèmes de protection de la tête en cas de choc

Les casques sont trop souvent vétustes et/ou inadaptés. Informer les conducteurs de deux-roues sur ce point, et plus particulièrement les jeunes, par le biais des moto-écoles ou des assurances constituerait une première étape particulièrement profitable.

D'autres études pourraient également apporter de nouveaux éléments de réponse à la problématique casque : le type de casque utilisé ainsi que sa vétusté demanderaient une analyse plus fine, notamment du point de vue de leur incidence sur la traumatologie.

Le taux de port, correct ou non, mériterait également une étude plus poussée, tant celui-ci est préoccupant chez les jeunes et les passagers ; cette étude pourrait de plus concerner les enfants pour lesquels aucune donnée n'a à ce jour été collectée.

La visibilité de nuit et/ou sous la pluie à travers une visière de casque ainsi que le bruit (aussi bien en terme de perception de l'environnement acoustique que de confort) nous semblent réellement problématiques. Un travail en ce sens pourrait être bénéfique aussi bien au confort qu'à la sécurité.

✓ Etude des scénarios d'accidents

On peut assimiler les scénarios-type à un regroupement de cas autour de problèmes identifiés comme étant en interaction les uns avec les autres et présentant des similitudes globales affirmées.

Nous avons identifié trois scénarios majeurs dans notre base de données :

Ainsi, les intersections représentent clairement un point sensible puisque c'est sur ce type d'infrastructure que se déroulent près de la moitié des accidents collectés ; notre première classe de scénario-type regroupe ainsi des cas pour lesquels un refus de priorité a été observé et ce, dans près d'un cas sur trois.

Ensuite, 12% des accidents incombent à un excès de confiance de la part du conducteur de deux-roues, cet excès étant à l'origine de la perte de contrôle.

Un troisième scénario se distingue des autres : il regroupe les accidents survenant sur les tourne à gauche/à droite pour lesquels un impliqué coupe la route à un autre situé sur la voie adjacente.

Notre analyse a permis d'identifier quelles étaient les problématiques associées à ces configurations d'accidents : la visibilité et la perceptibilité moindre des deux-roues associées à un comportement particulier de cette catégorie de véhicule sont ainsi les facteurs de risque qui ressortent le plus de notre étude.

D'autre part, nous avons pu faire ressortir le conducteur à l'origine de l'évènement initiateur de l'accident : ainsi, 36,2% des accidents ont pour origine une action, une faute commise par le conducteur du deux-roues à moteur contre 63,8% pour le véhicule adverse.

Ces observations nous ont permis de faire différentes propositions de mesures préventives, associées à chacune des problématiques identifiées.

Scénario-type	Problématique associée	Mesure préventive
-Refus de priorité -Tourne à gauche/à droite -Choc de face -Demi-tour -Queue de poisson -Giratoire	-Deux-roues mal perçu -Problème visuel	-Suppression des masques à la visibilité -Meilleure lisibilité et simplification des intersections.
-Refus de priorité -Tourne à gauche/à droite -Choc de face -Choc arrière -Queue de poisson	-Inattention de l'autre conducteur -« loi du plus fort »	-Pas de mesure préventive viable -Information des autres conducteurs sur la dynamique deux-roues et leurs habitudes
-Refus de priorité -Tourne à gauche/à droite -Choc de face -Queue de poisson	-Deux-roues inattendu -Dynamique surprenante	-Incitation des deux-roues à rouler moins vite et à se positionner correctement sur la chaussée -Information des autres conducteurs sur la dynamique deux-roues et leurs habitudes
-Perte de contrôle par excès de confiance -Choc arrière -Circulation entre les files	-Comportement à risque du conducteur de deux-roues	- Sanctions - Formation et information sur les conséquences d'une conduite à risque.

Tableau 11 : Récapitulatif des mesures préventives en fonction d'un scénario d'accident particulier

✓ Analyse des manœuvres réalisées en situation d'urgence

Au vu des parcours que doit maîtriser chaque candidat au permis de conduire A ou A1, l'apprentissage du freinage et de l'évitement sont les deux points clés du permis de conduire actuel.

Un état de l'art a permis de confirmer que le caractère exceptionnel et inattendu de la situation d'urgence engendre des réactions « réflexe » difficilement maîtrisables. Ces réactions incontrôlées ont cependant le mérite d'aboutir aux actions les plus logiques et efficaces : le freinage et l'évitement.

Le freinage est très majoritairement la manœuvre la plus employée ; l'évitement semble pourtant nettement plus efficace mais sa réalisation s'avère plus délicate, surtout en situation d'urgence. Le freinage a cependant cet avantage de réduire la vitesse d'impact et donc de minimiser les conséquences du choc et ne constitue à ce titre jamais un mauvais choix.

Notre étude clinique confirme totalement ces observations et montre ainsi sa représentativité en terme accidentologique : on constate ainsi une très forte prédominance du freinage et de l'évitement, le freinage étant par ailleurs largement majoritaire par rapport à l'évitement.

Notre base de données a également permis de mettre en avant le fait que les conducteurs ne semblaient pas capable de réaliser correctement ces manœuvres dans près de 80% des cas.

L'opérateur humain constitue le maillon le plus faible de tous les éléments ayant concouru à l'accident ; dans cette optique, il convient de l'aider à prendre conscience de la dangerosité d'une situation mais aussi lui permettre de réaliser plus efficacement sa tâche.

Le premier point pourrait être résolu à moyen terme grâce au projet SUMOTORI destiné à concevoir et démontrer la faisabilité d'un système électronique embarqué capable de détecter, à travers le comportement dynamique d'un deux-roues motorisé une situation à risque et d'en avertir son conducteur.

L'optimisation de la réalisation de la manœuvre ne peut à ce jour porter que sur le freinage ; la tendance actuelle va vers une généralisation des aides au freinage (ABS, répartiteur et amplificateur) ce qui est un plus incontestable en terme de freinage et peut également permettre au conducteur de garder la maîtrise de son véhicule et tenter, ainsi un évitement.

Former plus efficacement les conducteurs sur les manœuvres d'urgence apparaît enfin comme une solution potentielle bien que l'urgence et le stress d'une situation accidentogène fassent souvent ressurgir chez les conducteurs « éduqués » les « mauvaises habitudes ». Seule une formation continue, à l'image de celle dispensée dans l'aéronautique permettrait une réelle maîtrise des manœuvres d'urgence en toute situation mais cette solution n'est pas envisageable socialement ni économiquement parlant.

✓ Ejection des pilotes

Seul véhicule rendant le conducteur solidaire de son deux-roues jamais commercialisé à ce jour, le BMW C1 devait représenter pour notre étude clinique la valeur étalon à laquelle notre échantillon « classique » pourrait être comparé.

Cependant, nous n'avons eu aucun cas recensé d'accident corporel impliquant un BMW C1, aussi bien à l'échelle de notre base de données (sur le territoire d'enquête RIDER), national (base SETRA) et européen (base issue de MAIDS) et les autres sources d'informations (BMW ou ses concessionnaires français) se sont avérées stériles.

La base de données CEESAR dépourvue de cas C1 n'étant pas adaptée à répondre à cette problématique et la bibliographie à ce jour inexistante sur l'éjection des conducteurs nous ont ainsi contraint à renoncer à la réalisation d'une étude classique abordant le sujet traité de manière approfondie et se basant sur une base informative conséquente et cohérente.

Comme nous l'avons dit précédemment, des données issues d'accidents corporels impliquant des C1 constitueraient une première et indispensable source informative.

L'accès aux études et données des bureaux de recherche BMW offrirait de plus une source d'information non négligeable. Les autres constructeurs de deux-roues se sont probablement déjà penchés sur cette problématique et constituent ainsi une source potentielle supplémentaire.

Enfin, une expérimentation sur piste représenterait la démarche idéale pour obtenir l'intégralité des informations nécessaires, le BMW C1 ne permettant pas, du fait de sa cellule de survie, de répondre pleinement à notre problématique (i.e. l'intérêt d'une ceinture de sécurité sur un véhicule traditionnel).

Ce type d'expérimentation représente une organisation et un coût conséquents mais constituerait une étape indispensable à la réalisation effective de cette étude.

✓ Etude statistique

Ainsi, nous avons pu dans un premier temps nous familiariser avec le monde du deux-roues, notamment en ce qui concerne la réglementation (type de véhicules, permis) et les grandes dates du monde du deux-roues (port du casque notamment).

Ensuite, l'analyse des données macro-accidentologiques a permis d'obtenir une connaissance statistique globale, portant notamment sur le parc en circulation (en légère augmentation) et sur le nombre de permis délivrés (en légère baisse).

Les vitesses pratiquées ont également été abordées : bien qu'en baisse significative depuis 2002, elles restent toujours supérieures à celles pratiquées par les automobilistes. Le port du casque est quant à lui particulièrement satisfaisant (avec des taux de port oscillant entre 91 et 98% en fonction de la cylindrée ou du type de voie emprunté).

Même si la dangerosité a évolué positivement sur certains points depuis 2002 (nombre de blessés et de tués), le deux-roues motorisé reste toujours nettement plus dangereux que les autres modes de déplacement, automobile en tête.

L'analyse du département de l'Essonne (le territoire d'enquête de notre base de données) suit les mêmes tendances mais ses résultats en terme de gravité sont parmi les meilleurs de France (comme la plupart des départements à forte densité) et la baisse du nombre de victimes depuis 2002 y est nettement plus importante que pour l'ensemble de la France.

Enfin, nous avons appuyé notre analyse sur l'évaluation de la politique de sécurité routière particulièrement présente depuis 2002 : ainsi, la tendance est à la baisse depuis le second semestre 2002 mais de façon chaotique (notamment au deuxième semestre 2003) pour l'ensemble des usagers et de moindre importance pour le deux-roues ; la politique actuelle doit donc être poursuivie voire améliorée pour confirmer définitivement sa tendance et atteindre ses objectifs.

✓ Synthèse des préconisations

Ces constatations n'auraient pu être faites sans nos EDA, qui, une fois traitées au sein des études thématiques ont pu révéler les problématiques et enjeux principaux et nous ont permis d'élaborer des préconisations adaptées ; ces résultats sont synthétisés dans le tableau qui suit.

Problématique	Préconisation
Gravité des accidents contre obstacles fixes supérieure à celle des autres	bonne visibilité de l'infrastructure (intersections) information essentielle sur les routes (pour minimiser les panneaux). Suivre les préconisations de la circulaire n° 99-68 et du guide du SETRA.
Lésions mineures sur membres inférieurs et supérieurs Lésions sévères sur la tête, le thorax, la colonne vertébrale et l'abdomen	Port d'un équipement adapté (en privilégiant casque et blouson) équipé de protections internes pertinentes.
Taux global de port correct d'un équipement adapté totalement insuffisant.	Informers les conducteurs sur l'intérêt des équipements Les inciter à en porter (primes d'assurances réduites ?)
Incapacité des équipements actuels à absorber l'énergie d'un gros choc	Promouvoir le port des équipements pour inciter les équipementiers à les améliorer Réfléchir à de nouveaux concepts de véhicules
Normes propres aux deux-roues inexistantes (sauf pour le casque)	Imposer à tous les normes NF EN 13594 et 13595 qui sont pour le moment uniquement destinées qu'aux professionnels.
Le blocage des roues est le phénomène qui pose le plus de problème	Mieux former et informer les conducteurs sur l'utilisation et l'intérêt des aides au freinage.
Les conducteurs ont tendance à privilégier leur frein arrière alors que l'avant est nettement plus efficace.	Promouvoir les différentes aides : le répartiteur (simplifiant la gestion du freinage et permet au frein avant de jouer pleinement son rôle), l'amplificateur (palliant le manque de pression) et l'ABS.
Seul 7% de notre échantillon est équipé d'aides au freinage (valeur proche des valeurs nationales)	Les pouvoirs publics pourraient soutenir financièrement la « Charte européenne de sécurité routière » signée par les constructeurs européens pour développer l'offre de véhicules équipés d'aides au freinage.
Taux de port correct du casque catastrophique	Informers les utilisateurs (les jeunes notamment) sur l'intérêt du port correct du casque
Améliorations potentielles d'absorption d'énergie limitées par le volume.	Etudes scientifiques plus poussées en partenariat avec les fabricants
Norme actuelle pour le casque (ECE 22-05) globalement satisfaisante mais mérite quelques améliorations	Concertation en ce sens entre comité normatif et fabricants

Problématique	Préconisation
-Deux-roues mal perçu -Problème visuel	-Suppression des masques à la visibilité -Meilleure lisibilité et simplification des intersections.
-Inattention de l'autre conducteur -« loi du plus fort »	-Pas de mesure préventive viable -Information des autres conducteurs sur la dynamique deux-roues et leurs habitudes
-Deux-roues inattendu -Dynamique surprenante	-Incitation des deux-roues à rouler moins vite et à se positionner correctement sur la chaussée -Information des autres conducteurs sur la dynamique deux-roues et leurs habitudes
-Comportement à risque du conducteur de deux-roues	- Sanctions - Formation et information sur les conséquences d'une conduite à risque.
Le freinage est très majoritairement la manœuvre la plus employée mais l'évitement semble nettement plus efficace, mais plus délicat	Eviter au conducteur d'être confronté à une situation à risque (projet SUMOTORI) L'optimisation de la réalisation de la manœuvre grâce à l'ABS (et aussi le CBS et l'amplificateur) qui peut permettre d'optimiser le freinage et de tenter un évitement
Les conducteurs réalisent mal leur manœuvre d'urgence dans 80% des cas	Former plus efficacement les conducteurs sur les manœuvres d'urgence
Impossibilité de trouver des cas d'accidents corporels C1 : ce véhicule est-il réellement efficace ?	Chercher des données issues d'accidents corporels impliquant des C1 Réaliser une étude approfondie sur le thème de l'éjection passant par une expérimentation sur piste
le deux-roues motorisé reste toujours nettement plus dangereux que les autres modes de déplacement, automobile en tête.	Continuer le travail de recherche (de type RIDER) sur le deux-roues motorisé et persévérer dans le domaine de l'information/formation/sanction.
Baisse accidentologique inférieure à celle des autos depuis 2002	

Conclusion

VI. Conclusion

Le but initial du projet RIDER était d'aider à l'identification des facteurs de risques et leurs interactions et d'identifier les mécanismes accidentels et lésionnels afin de pouvoir déterminer voire évaluer les contre mesures de sécurité à mettre en place.

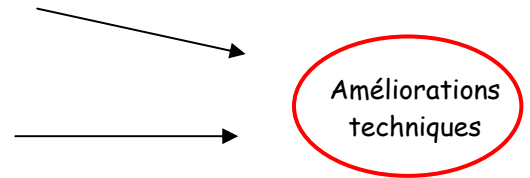
Cet outil généraliste de production des connaissances a ainsi pu être élaboré grâce à la mise en commun des multiples compétences et expériences existantes au CEESAR ayant permis la réalisation des Etudes Détaillées d'Accidents et des études thématiques.

Les préconisations issues de nos recherches étant un élément clé du cahier des charges mais surtout l'étape ultime du projet, il nous a semblé important d'insister sur nos préconisations en les regroupant au sein de grands pôles d'actions, présentés en page suivante :

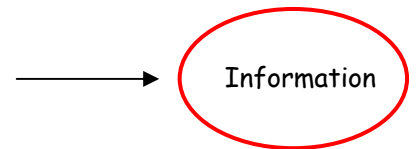
-Les conducteurs réalisent mal leur manœuvre d'urgence dans 80% des cas.
-Chercher de nouveaux concepts de véhicules pour améliorer la sécurité passive.

-Deux- roues masqué par l'infrastructure
-Gravité des accidents contre obstacles fixes supérieure à celle des autres

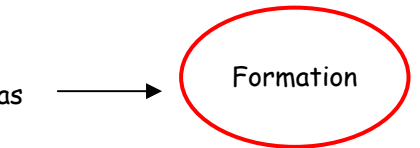
Les matériaux ont du mal à absorber de grosses énergies (équipements et casques)



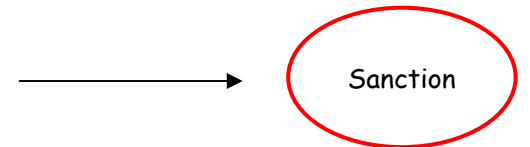
-Inattention de l'autre véhicule, « loi du plus fort »
-Deux-roues inattendu
-Dynamique surprenante, comportement à risque du deux-roues
-Taux de port correct de tous les équipements totalement insuffisant.
-Mauvais choix de manœuvre
-Mauvaise utilisation des freins



-Les conducteurs réalisent mal leur manœuvre d'urgence dans 80% des cas

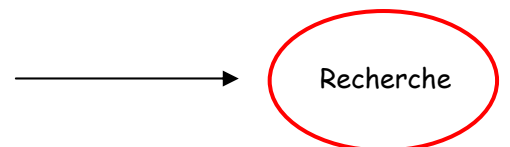


-Comportement à risque du conducteur de deux-roues

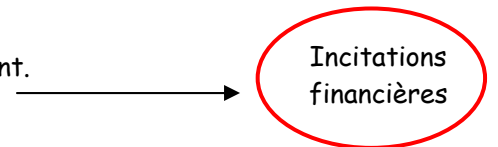


-Une cellule de survie et une ceinture de sécurité sont elles vraiment efficaces ?

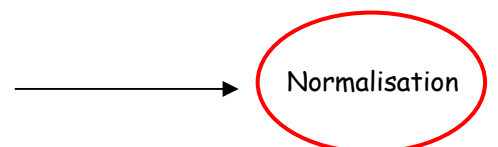
-Le deux-roues motorisé est nettement plus dangereux que les autres modes de déplacement
-Baisse accidentologique inférieure à celle des autos depuis 2002
-Améliorations potentielles d'absorption d'énergie limitées par le volume



-Taux de port correct de tous les équipements totalement insuffisant.
-Taux d'équipement en aides au freinage trop faible (7%)



-Normes propres aux équipements de sécurité des deux-roues inexistantes (sauf pour le casque)
-Norme actuelle pour le casque (ECE 22-05) globalement satisfaisante mais mérite quelques améliorations



Le travail fourni au cours de ces deux années de recherche a permis de répondre aux besoins spécifiques du projet RIDER.

Pour ce faire, le CEESAR a :

- ✓ mis en place une équipe pluridisciplinaire désormais experte dans le domaine du deux-roues motorisé
- ✓ constitué une base de données de 360 cas d'accidents corporels impliquant un deux-roues motorisé, source d'information unique en France comportant plus de 1800 variables pour chaque cas.

Ces deux atouts ne peuvent rester inutilisés : ils vont permettre au CEESAR de répondre aux attentes et besoins actuels en terme de connaissance liées à l'accidentologie des deux-roues motorisés.

Au sein du CEESAR, RIDER a été réalisé par les membres du D.E.S.A. (Département Epidémiologie et Science des Accidents), le pôle accidentologique de l'association.

Pour mener à bien nos projets futurs, il est indispensable d'impliquer le deux-roues motorisé dans tous les pôles existant afin de mettre à profit l'ensemble de nos compétences : le Département Pathologie Expérimentale et Biomécanique (D.E.P.B.) et le Département Expérimentation et Sciences Comportementales (D.E.S.C.).

Ainsi, les projets faisant suite à RIDER pourront, grâce à ce regroupement de compétences, développer des problématiques que nous n'avions pu jusqu'à présent approfondir :

- ✓ la biomécanique
- ✓ le comportement accidentologique
- ✓ la sécurité active
- ✓ la formation

Pour mener à bien ces projets futurs, il semble judicieux de s'entourer de partenaires pertinents ayant des compétences reconnues en la matière : la Recherche publique, la Recherche privée, les Assureurs, les Ministères français...

Tout ceci afin de développer un pôle de compétence spécifique deux-roues auquel le CEESAR apporterait des connaissances remarquables grâce au travail issu du projet RIDER.

VII. Annexes

Les deux-roues motorisés et la réglementation : les grandes dates.

2

1973

- arrêté du 28 juin portant obligation , à compter du 1^{er} juillet, du port du casque pour tous les usagers de motocyclettes en et hors agglomération et les conducteurs de vélomoteurs, hors agglomération.

1975

- port obligatoire du casque pour les conducteurs et passagers de vélomoteurs en agglomération, à compter du 1^{er} janvier.
- décret du 26 août relatif à l'obligation pour les motocyclistes de circuler de jour avec le feu de croisement allumé.
- décret du 8 décembre fixant à 45 km/h par construction la vitesse maximum de circulation des cyclomoteurs.

1976

- obligation, à compter du 1^{er} octobre, du port du casque, hors agglomération , pour tous les usagers de cyclomoteurs.

1979

- arrêté du 16 octobre portant obligation, à compter du 1^{er} janvier 1980, du port du casque par les usagers de cyclomoteurs.

1984

- décret du 30 novembre relatif aux motocyclettes de plus de 100 CV et portant interdiction :
 - de réception, à compter du 1^{er} janvier 1985 ;
 - de vente, à compter du 1^{er} janvier 1986.

1994

- 5 mai : décret prévoyant le retrait d'un point du permis de conduire pour non-port du casque pour les motocyclistes.

1996

- 4 juillet : décret qui, en application de la directive européenne (91/429/CEE), modifie l'accès à la conduite des motos selon deux principes directeurs :
 - accès progressif à partir de 16 ans jusqu'à 21 ans ;
 - autorisation de conduire une 125 cm³ si l'on possède le permis B depuis au moins deux ans ;et prévoit un brevet de sécurité routière pour les jeunes d'au moins 14 ans pour la conduite d'un cyclomoteur.

1997

- 17 novembre : le brevet de sécurité routière est rendu obligatoire pour conduire un cyclomoteur entre 14 et 16 ans (la partie théorique du BSR se déroule au collège (ASSR) et la partie pratique est assurée par des spécialistes de la conduite des deux-roues).

1999

- 2 avril : Comité interministériel de la sécurité routière (CISR). Diverses décisions ont été prises :
 - améliorer l'efficacité des contrôles et des sanctions,
 - faire de la sécurité routière une « grande cause nationale »,
 - améliorer la sécurité des infrastructures,
 - mettre en place des plans de prévention aux risques routiers dans les entreprises et les services de l'État,
 - mettre en place une concertation sur l'allumage des feux de croisement le jour.

- 18 juin : la loi Gaysot adopte le délit de récidive pour les très grands excès de vitesse et la responsabilité pécuniaire du propriétaire du véhicule en cas de contrôle sans interception et d'impossibilité d'identifier le conducteur. Elle vise également à améliorer la qualité de l'enseignement de la conduite en contrôlant mieux l'accès et les conditions d'exercice de la profession et à compléter la formation des conducteurs novices auteurs d'infractions graves.

2000 : 2000 a été l'année de la grande cause nationale visant à favoriser une prise de conscience des accidents de la route ainsi qu'une large mobilisation.

A cette occasion de multiples initiatives nationales et locales, privées et publiques se sont développées.

- du 23 au 29 octobre : la semaine de la sécurité sur la route a permis à chacun de s'investir ou de se sentir mobilisé

- 25 octobre : Comité interministériel de la sécurité routière (CISR) :
 - créer d'un Conseil national de la sécurité routière doté d'un comité scientifique,
 - améliorer l'éducation et la formation à la sécurité routière par l'enseignement continu du comportement sur la route,
 - poursuivre le renforcement de l'efficacité et de la dissuasion des contrôles,
 - renforcer la sécurité des infrastructures et des véhicules.

2002

- 14 juillet : le Président de la République décide de faire de la sécurité routière un des trois chantiers de son quinquennat.

2003

- 31 mars : décret relatif à l'aggravation des sanctions pour non-port de la ceinture de sécurité et du casque (retrait de trois points du permis au lieu de un point) ainsi que pour l'usage du téléphone portable (retrait de deux points).

2004

- 1^{er} janvier : Les personnes nées à partir du 1^{er} janvier 1988 devront être titulaires du brevet de sécurité routière ou du permis de conduire pour conduire un cyclomoteur ou un quadricycle léger à moteur (voiturette) et de l'attestation scolaire de sécurité routière de niveau 2 pour s'inscrire à l'examen du permis de conduire.
- 1^{er} juillet : immatriculation des cyclomoteurs

VIII. Bibliographie du projet RIDER

- [1] Alliez B, Gola R, Waller PY, Cheynet F. *Fractures de l'étage antérieur de la base du crâne*. Actualisation du diagnostic et du traitement. Encycl Méd Chir (Paris : Elsevier), Stomatologie et Odontologie, 22-075-A 10. 1994. 17 p.
- [2] Al-Qurainy IA, Titterington DM, Dutton GN, Stassen LFA, Moos KF, El-Attar A. *Midfacial fractures and the eye: the development of a system for detecting patients at risk of eye injury*. Br J Oral Maxillofac Surg 1991 ; 29 : 363-7.
- [3] AMANS B., DUFOUR F., HERMITTE H.,(2004), *Projet SUMOTORI, détermination de scénarios accidentogènes*. Centre Européen d'Etudes de Sécurité et d'Analyse des Risques (2004).
- [4] AMANS B., HERMITTE H., M., *Projet RIDER, (2005) étude statistique*, Centre Européen d'Etudes de Sécurité et d'Analyse des Risques.
- [5] AMANS B., HERMITTE H., DELAMARRE-DAMIER F., FUERXER JC., MARTIN A., MOUTREUIL M., (2004) *Projet RIDER, efficacité attendue d'un meilleur freinage en situation d'urgence*, Centre Européen d'Etudes de Sécurité et d'Analyse des Risques, février 2005.
- [6] AMANS B., HERMITTE H., DELAMARRE-DAMIER F., FUERXER JC., MARTIN A., MOUTREUIL M., *Projet RIDER, (2005) étude des scénarios d'accidents*. Centre Européen d'Etudes de Sécurité et d'Analyse des Risques.
- [7] AMANS B.,HERMITTE T. ,GUILLEMOT H. , MARTIN A.,MOUTREUIL M. , *Projet MAIDS, rapport final*, Centre Européen d'Etudes de Sécurité et d'Analyse des Risques, mai 2003.
- [8] AMANS B.,HERMITTE T. ,GUILLEMOT H. , MARTIN A.,MOUTREUIL M. , *Etat des lieux sur les recherches relatives aux deux-roues motorisés*, Centre Européen d'Etudes de Sécurité et d'Analyse des Risques, (Juin 2003)
- [9] AMANS B.,HERMITTE T. ,GUILLEMOT H. , MARTIN A.,MOUTREUIL M. , *Le casque*, Centre Européen d'Etudes de Sécurité et d'Analyse des Risques, (février 2005)
- [10] AMANS B.,HERMITTE T. ,GUILLEMOT H. , MARTIN A.,MOUTREUIL M. , *Lien accident- infrastructure pour les deux-roues motorisés*, Centre Européen d'Etudes de Sécurité et d'Analyse des Risques, (juillet 2003)
- [11] AMANS B.,HERMITTE T. ,GUILLEMOT H. , MARTIN A.,MOUTREUIL M. , *Protection du pilote par l'équipement*, Centre Européen d'Etudes de Sécurité et d'Analyse des Risques, (mai 2004).

- [12] AMANS B., MOUTREUIL M., *Analyse des manœuvres réalisées en situation d'urgence*, Centre Européen d'Etudes de Sécurité et d'Analyse des Risques (mars 2005)
- [13] AMANS B., MOUTREUIL M., *Ejection des pilotes*, Centre Européen d'Etudes de Sécurité et d'Analyse des Risques (mars 2005)
- [14] ARAKI K., MATSUURA Y., (1990), *Driver's response and behavior on being confronted with a pedestrian or a vehicle suddenly darting across the road*. SAE Technical paper series n°900 144
- [15] Arrowsmith JE, Robertshaw HJ, Boyd JD. *Nasotracheal intubation in the presence of frontobasal skull fracture*. Can J Anaesth 1998 ; 45 : 71-5.
- [16] Ashar A, Kovacs A, Kahn S, Hakim J., *Blindness associated with midfacial fractures*. J Oral Maxillofac Surg 1998 ; 56 : 1146-50.
- [17] Association for the advancement of automotive medicine abbreviated Injury scale, Revision 1990 et 1994, version française, traduction effectuée par le Laboratoire d'Accidentologie et de Biomécanique, juin 1994
- [18] Bähr W, Stoll P. *Nasal intubation in the presence of frontobasal fractures: a retrospective study*. J Oral Maxillofac Surg 1992 ; 50 : 445-7.
- [19] BAR F., PAGE Y., (2002), *An empirical classification of lane departure crashes for the identification of relevant counter-measures*. 46th AAAM Annual Conference, Tempe, Arizona
- [20] Baivier, S., Drazetic, P., & Markiewicz, E. (2002), *FE modelling of human skull in three layers and identification of the behavior low of tables*. Archives of Physiology and Biochemistry, 110, 37.
- [21] Ballart X, Riba C. *Impact of legislation requiring moped and motorbike riders to wear helmets*. Evaluation and Program Planning 1995;18:311-20.
- [22] BEN AHMED W. (2004), *Safe-Next, une approche systémique pour l'extraction de connaissances de données. Application à la construction et à l'interprétation de scénarios d'accidents de la route*. Thèse de doctorat, Ecole centrale PARIS.
- [23] Branäs CC, Knudson MM. *Helmet Laws and Motorcycle Rider Death Rates*. Accid Anal Prev 2001 Sep;33(5):641-648.
- [24] BRENAC T., (1997), *L'analyse séquentielle de l'accident de la route: comment la mettre en pratique dans les diagnostics de sécurité routière, Outil et méthode, Rapport de recherche n°3, INRETS*.
- [25] Beirne JC, Butler PE, Brady FA. *Cervical spine injuries in patients with facial fractures: a 1-year prospective study*. Int J Oral Maxillofac Surg 1995 ; 24 : 26-9.

- [26] Belmonte J.P., *Evaluation du temps de réaction au freinage sur une motocyclette*, Fondation PROMOCYCLE, (Janvier 2003)
- [27] Belmonte J.P., *Les étapes à suivre pour effectuer un freinage intensif à motocyclette en ligne droite*, Fondation PROMOCYCLE, (Janvier 2004)
- [28] Belmonte J.P., *Rapport d'évaluation de rendement des différents systèmes de freinage sur les motocyclettes de route*, Fondation PROMOCYCLE, (Février 2003)
- [29] Billheimer, Stephen. "Evaluation Activities in Support of the California Motorcyclists Safety Program." Proceedings: International Motorcycle Safety Conference (1990): Motorcycle Safety Foundation
- [30] Björnstig UL, PO Bylund, T Lekander, B Brorsson, *Motorcycle fatalities in Sweden*. Acta Chir Scand 1985; 151: 577-581
- [31] Braddock M, Schwartz R, Lapidus G, et al. *A population-based study of motorcycle injury and costs*. Ann Emerg Med 1992;21:273-8.
- [32] BRENAC T., (1997), L'analyse séquentielle de l'accident de la route: comment la mettre en pratique dans les diagnostics de sécurité routière, Outil et méthode, Rapport de recherche n°3, INRETS.
- [33] BRENAC T., FLEURY D., (1999), Le concept de scénario type d'accident de la circulation et ses applications, Recherche Transport Sécurité, vol. 63
- [34] BRENAC T., MEGHERBI B., (1996), Diagnostic de sécurité routière sur une ville : intérêt de l'analyse fine de procédures d'accidents tirées aléatoirement, Recherche Transport Sécurité, vol. 52
- [35] Brimacombe JR, Berry AM. *Cricoid pressure*. Can J Anaesth 1997 ; 44 : 414-25.
- [36] Brun-Cassan, F., J.C. Vincent, A. Fayon and C. Tarriere. "Investigation of a Series of Representative Experimental Collisions Between Automobiles and Two-Wheeled Vehicles, with Specific Analysis of Severity of Head Injuries." Accident Reconstruction Technologies (1990): Society of Automotive Engineers
- [37] Cairns H, H Holbourn, *Head injuries in motorcyclists: With special reference to crash - helmets*, Br Med J 1943; 1: 591-598
- [38] CAIRD J.K., HANCOCK P.A., (1995), *the perception of arrival time for different oncoming vehicles at an intersection*, Ecological Psychology. 6(2), 83-109.
- [39] Canaple, B., Drazetic, P., & Cesari, D. (1999a). *Développement d'une méthodologie de reconstruction d'accidents de la circulation en vue d'Identifier les mécanismes lésionnels de la tête*. Revue Française de Mécanique, 3, 187-193.

- [40] Canaple, B., Rungen, P., Drazetic, P., Markiewicz, E., & Cesari, D. (2003). *Towards a finite element head model used as a head injury predictive tool*. Int. Journal of Crashworthiness, 8(1), 19-30.
- [41] Canaple, B., Rungen, P., Markiewicz, E., Drazetic, P., & Cesari, D. (2001). *Identification of a skull/brain interface representation in a finite element head model*. Archives of Physiology and Biochemistry, 109, 107.
- [42] Canaple, B., Rungen, P., Markiewicz, E., Drazetic, P., Happian Smith, J.H., Chinn, B.P., & Cesari, D. (2002). *Impact model development for the reconstruction of current motorcycle accidents*. Int. Journal of Crashworthiness, 7(3), 307-320.
- [43] Carr WP, D Brandt, K Swanson, *Injury patterns and helmet effectiveness among hospitalized motorcyclists*, Minn Med 1981; Sept- 521-527
- [44] J. Cart, J., Pickenhahn.: ABS und das Motorrad. VDI-Report 875 of the 4th Experts' Conference « Motorrad », Düsseldorf, p305-322 (1991)
- [45] CELLIER J.-M. (1990) L'erreur humaine dans le travail, In Leplat J., De terssac G. ; Les facteurs humains de la fiabilité dans les système complexes, Octares,
- [46] Chinn, B.P., G.L. Donne and P.D. Hopes. "Motorcycle Rider Protection in Frontal Impacts." *Accident Reconstruction Technologies* (1990): Society of Automotive Engineers SAE Paper 856128
- [47] Cogan D, *Accidentologie et traumatologie des deux-roues à moteur*, thèse pour le doctorat de médecine, 1978
- [48] Cooter, R.D. and D.J. David. "Motorcyclist Craniofacial Injury Patterns." Proceedings: International Motorcycle Safety Conference (1990): Motorcycle Safety Foundation
- [49] Damseaux S. *Étude statistique des fractures maxillaires traitées dans le service de Stomatologie de l'Université de Bruxelles pendant 14 années*. Rev Stomatol Chir Maxillofac 1968-69 : 60-71.
- [50] DAMVILLE A., PERRON T., THOMAS Ch., LE COZ J.Y., (1998), *Apport de l'accidentologie en sécurité primaire pour l'analyse des facteurs de risques*. Centre Européen d'Etudes de Sécurité et d'Analyse des Risques et Laboratoire d'Accidentologie et de Biomécanique.
- [51] DE KEYSER V., (1985), *l'erreur humaine*, La recherche, vol. 20 (216), p1444-1455.
- [52] Delille, C., Drazetic, P., Markiewicz, E., Canaple, B., Masson, C., & Serre, T. (2000). *Développement d'une tête physique déformable en stéréolithographie : Applications au choc automobile*. Science et Technologie : regards croisés, CNRIut'2000, Presses Universitaires d'Orléans, 367-380.
- [53] Donat TL, Endress C, Mathog RH. *Facial fracture classification according to skeletal support mechanisms*. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1998 ; 124 : 1306-14.

- [54] Les dossiers de la DRAST, *Gisements de sécurité routière 2*, fiches analytiques, mai 2002
- [55] FERRANDEZ F., BRENAC, Y. GIRARD, D. LECHNER, M. JOURDAN, C. NACHTERGAELE, (1995), *L'étude détaillée d'accident orientée vers la sécurité primaire*, Presses des Pont et Chaussées.
- [56] Ferrando J., Antoni Plasència A., Orós M., Borrell C., Kraus JF., *Impact of a helmet law on two wheel motor vehicle crash mortality in a southern European urban area*, Institut Municipal de Salut Publica, Ajuntament de Barcelona
- [57] FICHER R.A., (1936), The use of multiple measurements in taxonomic problems. *Ann. Of Eugenics*, vol. 7, p. 179-188.
- [58] Fleming NS, Becker ER. *The impact of the Texas 1989 motorcycle helmet law on total and head-related fatalities, severe injuries and overall injuries*. *Med Care* 1992;30:832-45.
- [59] FILOU. C, LAGACHE M., DECAMME C., *la sécurité des motocyclettes en 1999, étude sectorielle*, ONISR, 2001
- [60] FLEURY D., FERRANDEZ F., LEPESANT C. (1988), *Analyse typologique des manoeuvres d'urgence en intersection*. Rapport INRETS n°62.
- [61] Goldstein JP., *The Effect of Motorcycle Helmet Use on the Probability of Fatality and the Severity of Head And Neck Injuries*, Copyright Jonathan P. Goldstein Ph.D. 1986.
- [62] Goodnow, R.K. "*Injury Severity, Medical Costs and Associated Factors for Helmeted and Unhelmeted Motorcyclist Crash Costs Transported to Hospitals in Amarillo, Austin, Corpus Christi and San Antonio Texas*." Proceedings: International Motorcycle Safety Conference (1990): Motorcycle Safety Foundation
- [63] Grandel. J. and D. Schaper. "*Impact Dynamic, Head Impact Severity and Helmet's Energy Absorption in Motorcycle/Passenger Car Accident Tests*." Accident Reconstruction Technologies (1990): Society of Automotive Engineers
- [64] Guillemot H, Hermitte T, A. Martin A, Moutreuil M, *Mécanismes lésionnels chez les motocyclistes en France*, Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference XIII, Banff, Alberta, 8-11 juin 2003.
- [65] W. HAGSTOTZ, W. LUDSTECK, *Motorcycle braking*, IATSS Research, p18-26, (1995)
- [66] Happian-Smith, J., M.A. Macaulay and B.P. Chinn. "*Computer Simulation of a Simple Motorcycle in Glancing Impacts with a Rigid Barrier*." Proceedings: International Congress and Exposition (1990): Society of Automotive Engineers SAE Paper 900754
- [67] Harms FL, *A study of motorcyclist casualties with particular reference to head injuries*, IRCOBI 1984; 91-97

- [68] Hastings RH, Wood PR. *Head extension and laryngeal view during laryngoscopy with cervical spine stabilization maneuvers.* Anesthesiology 1994 ; 80 : 825-31.
- [69] Hills MW, Deane SA. *Head injury and facial injury: is there an increased risk of cervical spine injury?* J Trauma 1993 ; 34 : 549-53.
- [70] Hurt, H.H., D.R. Thom and P.M. Fuller. "Accident Performance of Motorcycle Safety Helmets." Proceedings: International Safety Conference (1990): Motorcycle Safety Foundation.
- [71] ISDF (Institut de sûreté de fonctionnement), (1994)] L'état de l'art dans le domaine de la fiabilité humaine, Octares.
- [72] Johnson RM, McCarthy MC, Miller SF, et al. *Craniofacial trauma in injured motorcyclists: the impact of helmet usage.* J Trauma 1995;38:876-8.
- [73] KAMINA P, *Petit atlas d'anatomie*, Editions Maloine, 1999
- [74] M. KATO , T. MATSUTO, K. TANAKA, H. ISHIHARA, T. HAYASHI, W. HOSODA, *Combination of Antilock Brake System (ABS) and Combined Brake System (CBS) for motorcycles*, SAE technical paper series, (Février 1996)
- [75] Kelly, P., T.Sanson, G. Sanson and E. Orsay. "A Prospective Study of the Impact of Helmet Usage on Motorcycle Trauma." *Annals of Emergency Medicine* 56 (1991): 852-856
- [76] Krantz KPG, *Head and neck injuries to motorcycle and moped riders -with special regard to the effect of protective helmets.* Injury 1985; 16: 253-258
- [77] Kraus, J.F., C. Peek, D.L. McArthur and A. Williams. "The Effect of the 1992 California Motorcycle Helmet Use Law on Motorcycle Crash Fatalities and Injuries." *JAMA* 272 (1994): 1506-1511
- [78] Laboratoire de physiologie et de biomécanique PSA/Renault, *Fréquence de gravité des lésions « tête » des usagers de deux-roues à moteur selon la géométrie et la raideur estimée des obstacles rencontrés*, Août 1980.
- [79] LE COZ J.-Y., PAGE Y., (2003) La démarche accidentologique au service de l'évolution de la sécurité des véhicules. *Revue de la gendarmerie Nationale*, vol. 207
- [80] Lee KF, LK Wagner, YE Lee, JH Suh, SR Lee, *The impact-absorbing effects of facial fractures in closed-head injuries: An analysis of 210 patients.* J Neurosurg 1987; 66: 542-547
- [81] LECHNER D., MALATERRE G., JOURDAN J.L., (1990), *Expérimentation de manœuvres d'urgence sur simulateur de conduite -seconde partie: l'analyse détaillée des manœuvres.* Rapport INRETS N°165
- [82] LECHNER D., FAVERO J.L., (1983), *Objectif de niveau de performances des véhicules en manœuvres d'urgence.* Rapport ONSER.

- [83] D. LECHNER, P. VAN ELSLANDE, JL. JOURDAN, *Utilisation d'un système ABS par des conducteurs non professionnels lors d'un freinage en courbe*, rapport Inrets n°94 (Avril 1989)
- [84] Le Fort R, *Etude expérimentale sur les fractures de la mâchoire supérieure*. Rev Chir de Paris 1901; 23: 208-227; 360-379; 479-507
- [85] LEPLAT J., (1985), *Erreur humaine, fiabilité humaine*, Armand Colin.
- [86] LEPLAT J., HOC J. M., (1992) Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations. in Leplat J., *L'analyse du travail en psychologie ergonomique- Tome 1*, Octares
- [87] LIMPERT R., GAMERO F.E. (1974), *The accident avoidance potential of the motor vehicle: accident data, vehicle handling and safety standards*. Third international congress on automatic safety, San Fransisco, Californie, USA.
- [88] Liu, W. "Current Status of FMVSS No. 218, Motorcycle Helmets." Proceedings: International Motorcycle Safety Conference (1990): Motorcycle Safety Foundation.
- [89] LREP (Laboratoire Régional de l'Est Parisien), (2003), *Etude du comportement des deux-roues motorisés sur les voies rapides en Ile-de-France*, Affaire n°2.3.17419.
- [90] MALATERRE G., (1986) *Temps de réponse et manœuvre d'urgence*. Revue RTS n°12, 11-16.
- [91] MALATERRE G., (1989) *Que peut faire un conducteur en situation d'urgence ?*. Revue RTS n°22, 35-42.
- [92] MALATERRE G., FONTAINE H., (1992) *Les aides à la conduite : quels enjeux pour la sécurité ?* Recherche Transport Sécurité, vol. 35, p. 43-53.
- [93] MALATERRE G., LECHNER D (1995), *Manœuvres d'urgence : accidentologie et simulation*, Bulletin de psychologie, tome XLVIII- N°418.
- [94] MALATERRE G., LECHNER D (1994), *Simulation de la conduite automobile : validité dans une problématique de recherche*. Actes INRETS N°42.
- [95] MALATERRE G., LECHNER D., CAVALLO V., (1989), *Expérimentation de manœuvres d'urgence sur simulateur de conduite- première partie : comportement des conducteurs*. Rapport INRETS N°104.
- [96] Marciani RD, Gonty AA. *Principles of management of complex craniofacial trauma*. J Oral Maxillofac Surg 1993 ; 51 : 535-42.
- [97] McSwain NE, Belles A. *Motorcycle helmets—medical costs and the law*. J Trauma 1990;30:1189-99.
- [98] McSwain NE, Petrucelli E. *Medical consequences of motorcycle helmet nonusage*. J Trauma 1984;24:233-6.

- [99] MEGHERBI B., (1999), Scénarios types d'accidents de la circulation sur autoroute : élaboration, méthodes de reconnaissance et application pour le diagnostic et la prévention. Thèse de Doctorat, Ecole nationale des ponts et chaussées.
- [100] Meyer RD, Daniel WW. *The biomechanics of helmets and helmet removal*. J Trauma 1985;25:329-32
- [101] Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, SETRA et CERTU, *prise en compte des motocyclistes dans l'aménagement et la gestion des infrastructures*, édition 2000.
- [102] Mock CN, Maier RV, Boyle E, et al. *Injury prevention strategies to promote helmet use decrease severe head injuries at a level I trauma center*. J Trauma 1995;39:29-35.
- [103] Moto journal n°1574, (26 juin 2003)
- [104] Muelleman RL, Mlinek EJ, Collicott PE. *Motorcycle crash injuries and costs: effect of a reenacted comprehensive helmet use law*. Ann Emerg Med 1992; 21:266-72.
- [105] E. Müller, W.D., Jonner, B. Bonning : Antiblockiersystem für Motorrädern. VDI report 779 of the 3rd Experts' Conference « Motorrad », Düsseldorf, p281-302 (1989)
- [106] National Highway Traffic Safety Administration, *State Legislative Fact Sheets: Motorcycle Helmet Use Law*, January 2001
- [107] National Highway Traffic Safety Administration, *Motorcycle Safety Program*, (Janvier 2003)
- [108] National Highway Traffic Safety Administration. *Without Motorcycle Helmet Law We All Pay the Price*. US Dept of Transportation, August 1998.
- [109] NEBOIT M., (1995), Aides avancées à la conduite automobile. Le Travail Humain, vol. 58(2).
- [110] NICOLET J.-L. , CARINO A., W. J.-C. (1989) Catastrophes ? Non Merci !, La prévention des risques technologiques et humains, Masson.
- [111] OBENSKI K.S., (1994). *Motorcycle Accident Reconstruction : Understanding Motorcycles*. USA: Lawyers and Judges Publishing Co.
- [112] Offner PJ, Rivara FP, Maier RV. *The impact of motorcycle helmet use*. J Trauma 1992;32:636-42.
- [113] Orsay E, Holden JA, Williams J, et al. *Motorcycle trauma in the state of illinois: analysis of the Illinois Department of Public Health Trauma Registry*. Ann Emerg Med 1995;26:455-60.
- [114] PAGE Y., DRISCOLL R., LE COZ J.-Y., HERMITTE T., (2004), Combinaison of statistical and case-by-case approach for accident situations classification. FISITA, Spain.

- [115] PATTE L., DURAND J.F., *Les accidents de motocyclette en Ile-de-France*, LREP, 2002
- [116] Payen JF, Bettega G, *traumatismes maxillofaciaux*, Conférences d'actualisation 1999, p. 705-719.
- [117] Pedder JB, SB Hagues, GM Mackay, *A study of 93 fatal two-wheeled motor vehicle accidents.*, IRCOBI 1979; 24-38
- [118] Peek-Asa C, Kraus JF. *Estimates of injury impairment after acute traumatic injury in motorcycle crashes before and after passage of a mandatory helmet use law.* Ann Emerg Med 1997;9:630-6.
- [119] PERRON T. (1997) Méthode d'analyse de sécurité primaire automobile pour la spécification fonctionnelle et l'évaluation prévisionnelle d'efficacité de systèmes d'évitement d'accidents. Thèse de Doctorat, Laboratoire Génie Industriel, Ecole Centrale Paris.
- [120] REASON J., (1993), *L'erreur humaine*, Presses universitaires de France, 1993.
- [121] RICE R.S., DELL'AMICO F., (1974), *An experimental study of driver characteristics and capabilities.* Report n°ZS-5208-K-1. calspan corporation, Buffalo, New-York, USA.
- [122] Rowland J, Rivara F, Salzberg P, et al. *Motorcycle helmet use and injury outcome and hospitalization costs from crashes in Washington State.* Am J Public Health 1996;86:41-5.
- [123] Rutledge R, Stutts J. *The association of helmet use with the outcome of motorcycle crash injury when controlling for crash/injury severity.* Accid Anal Prev 1993;25:347-53.
- [124] Sarkar S, Peek C, Kraus JF. *Fatal injuries in motorcycle riders according to helmet use.* J Trauma 1995;38:242-5.
- [125] SAUVAGE J., CHANTON O., KASSAAGI M.,(2002) Etude sur simulateur et sur piste du comportement de conducteurs ordinaires en situation de perte de contrôle, LAB, rapport de synthèse.
- [126] Schoonboroodt M., *Le casque motocycliste : son rôle lors d'un accident de la route, implications médico-légales*, Université Libre de Bruxelles - Faculté de Médecine, 1998, p. 142.
- [127] Sécurité routière, *la sécurité routière en France, bilan de l'année 1998*, la documentation française, Paris, 1999.
- [128] Sécurité routière, *la sécurité routière en France, bilan de l'année 1999*, la documentation française, Paris, 2000.
- [129] Sécurité routière, *la sécurité routière en France, bilan de l'année 2000*, la documentation française, Paris, 2001.
- [130] Sécurité routière, *la sécurité routière en France, bilan de l'année 2001*, la documentation française, Paris, 2002.

- [131] Sécurité routière, *la sécurité routière en France, bilan de l'année 2002*, la documentation française, Paris, 2003.
- [132] SETRA, *comment signaler les virages ? signalisation verticale, guide pratique. traitement des obstacles latéraux sur les routes principales hors agglomération, guide technique*, juillet 2002
- [133] SETRA, *traitement des obstacles latéraux sur les routes principales hors agglomération, guide technique*, édition 2002
- [134] Shankar BS, Ramzy AI, Soderstrom CA, Dischinger PC, Clark CC, *Helmet use, patterns of injury, medical outcome, and costs among motorcycle drivers in Maryland*, Maryland Institute for Emergency Medical Services Systems, 1992 Aug;24(4):385-96
- [135] M. SCHOONBOROODT., *Le casque motocycliste : son rôle lors d'un accident de la route, implications médico-légales*, Université Libre de Bruxelles - Faculté de Médecine, p. 142. (1998)
- [136] Sosin DM, Sacks JJ, Holmgreen P, *Head injury-associated deaths from motorcycle crashes*. JAMA 1990;264:2395-9.
- [137] Sosin DM, Sacks JJ. *Motorcycle helmet-use laws and head injury prevention*. JAMA 1992;267:1649-51.
- [138] TETARD C., (1994). *Etude Approfondie d'accidents impliquant des deux-roues. Le cas des motocyclistes*. Rapport final sur convention. INRETS-LPC.
- [139] The Trauma Foundation. *California's Motorcycle Helmet Law Has Saved Lives and Tax Dollars Since 1992* Informational Pamphlet
- [140] Toyofuku, Matsushima, Irie, Yonezawa et Mizuno, *Study effect motorcycle anti lock braking system for skilled and less skilled riders regarding braking turn*, JSAE Review, p 223-228, (1994)
- [141] Trojan, G. "*Brain Injury in Relation to Motorcycling: A Review of Medical Literature - Neuroanatomy and Mechanism of the Brain*." Proceedings: International Motorcycle Safety Conference (1990): Motorcycle Safety Foundation
- [142] Tsai YJ, Wang JD, Huang WF. *Case-control study of the effectiveness of different types of helmets for the prevention of head injuries among motorcycle riders in Taipei, Taiwan*. Am J Epidemiol 1995;142:974-81.
- [143] ULP Strasbourg, programme PREDIT PROTEUS (PROtection de la TÊte des Usagers vulnérables), *proposition de programme de recherche Groupe 4 (Usagers vulnérables) du PREDIT III*, 2003
- [144] VAN ELSLANDE P. ALBERTON L., (1997), *Scénarios-types de production de l'erreur humaine dans l'accident de la route, problématique et analyse qualitative*, Rapport de recherche N°218, INRETS.

- [145] VAN ELSLANDE P., (2002) Analyse approfondie d'accidents de deux-roues à moteur, défaillances fonctionnelles et scénarios d'erreurs, rapport d'avancement INRETS/RE.
- [146] VAN ELSLANDE P., (2003), *Scénarios d'accidents impliquant des deux-roues à moteur : une question d'interaction*, deuxièmes journées d'étude en Psychologie cognitive "EPIQUE'2003".
- [147] Wagle, V.G., C. Perkins and A. Vallera. "Is Helmet Use Beneficial to Motorcyclists?" The Journal of Trauma 34 (1993) 120-123
- [148] C.D. WALKER., TRL Report 196, Development of an anti-lock brake system for light-weight motorcycles, Transport Research Laboratory, (1996)
- [149] Walker J, Johnson SW, NHTSA "CODES" Study (The Crash Outcome Data Evaluation System (CODES) Study, report n° DOT HS 808 338, NHTSA Technical Report, January 1996
- [150] WARNER J.-C. (1981), Le facteur humain dans la conduite de grands systèmes. Le progrès Technique, vol. 21.
- [151] Watson GS, Zador PL, Wilks A. *The repeal of helmet use laws and increased motorcyclist mortality in the United States, 1975-1978.* Am J Public Health 1980;70:579-85.
- [152] Wells S et coll. : "Motorcycle rider conspicuity and crash related injury: case-control study." Br Med J., 2004 ; 328 : 857-861.
- [153] Willinger, R., & Baumgartner, D. (2003). *Numerical and physical modelling of the human head under impact - Towards new injury criteria.* Int. J Vehicle Design, Vol.31, N1/2, pp 94-115
- [154] Willinger, R., Diaw, BM., & Kang, HS. (2000b). *Finite element modeling of skull fracture caused by direct impact.* Int. J. of Crashworthiness, Vol.5 N°3, 249-258.
- [155] Willinger, R., Diaw, BM., Baumgartner., & Chinn, B. (2002). *Full face protective helmet modeling and coupling with a human head model.* Int. J. of Crashworthiness, 2002, Vol 7, N°2, 167-178.
- [156] Willinger, R., Guimberteau, T., & Baumgartner, D. (2000a). *Dynamic characterization of motorcyclist's helmet.* J of Sound and Vibration, vol.235(4), 611-625.
- [157] Willinger, R., Kang, HS., & Diaw, BM. (1999a). *Développement et validation d'un modèle mécanique de la tête humaine.* C. R. Acad. Sci. Paris, t.326, Série II b, pp. 125-131.
- [158] Willinger, R., Kang, HS., & Diaw, BM. (1999c). *Modélisation de la boîte crânienne et du cerveau soumis à un impact.* Revue Française de Mécanique n° 1999-3, 179-185.
- [159] Zmyslowski WP, Maloney PL. *Nasotracheal intubation in the presence of facial fractures.* JAMA 1989 ; 262 : 1327-8.

IX. Table des figures et des tableaux

<u>Figure 1</u> : Localisation du département de l'Essonne (91) dans la région Île De France.	p. 14
<u>Figure 2</u> : Département de l'Essonne	p. 14
<u>Figure 3</u> : Territoire d'enquête sur le département de l'Essonne	p. 15
<u>Figure 4</u> : répartition des blessures contre obstacles	p. 31
<u>Figure 5</u> : répartition des blessures contre obstacles à partir de AIS3+	p. 31
<u>Figures 6 et 7</u> : efficacité des équipements de protection disponibles en fonction de la zone corporelle	p. 35
<u>Figure 8</u> : Port correct du casque selon la cylindrée, pilote et passager.	p. 39
<u>Figure 9</u> : Identification des points d'impact B,X et R (norme ECE 22)	p. 40
<u>Figure 10</u> : forme globale de la « fausse tête » décrite dans la norme ECE 22	p. 41
<u>Figure 11</u> : Manœuvres d'urgence tentées par les conducteurs	p. 44
<u>Figure 12</u> : réalisation correcte ou incorrecte de la manœuvre en fonction du type de manœuvre	p. 45
<u>Figure 13</u> : décélération sans ABS (Kawasaki ZZR 1200), Pilote expérimenté et avec ABS (Honda VFR 800 VTEC)	p. 47
<u>Figure 14</u> : capacités de décélération d'un véhicule en fonction du conducteur et/ou des aides au freinage	p. 48
<u>Figure 15</u> : type d'aide au freinage	p. 48
<u>Figure 16</u> : classification en scénarios-types de l'échantillon CEESAR	p. 51
<u>Figure 17</u> : Taux de blessés graves pour les motocyclettes selon le département.	p. 66
<u>Figure 18</u> : Evolution par semestre du nombre d'accidents et de victimes moto en France de juin 1999 à juin 2004	p. 67
<u>Figure 19</u> : Evolution par semestre du nombre d'accidents et de victimes moto en Ile-de-France de juin 1999 à juin 2004	p. 67
<u>Figure 20</u> : Evolution par semestre du nombre d'accidents et de victimes moto dans l'Essonne de juin 1999 à juin 2004	p. 68
<u>Figure 21</u> : Evolution du nombre de tués de 1998 à 2003 par catégorie d'usagers	p. 70
<u>Figure 22</u> : Tués par million de véhicules en fonction du kilométrage annuel moyen.	p. 71
<u>Tableau 1</u> : récapitulatif des mesures préventives proposées.	p. 54
<u>Tableau 2</u> : Vitesses pratiquées de jour par les motocyclettes et les voitures de 1998 à 2003	p. 60
<u>Tableau 3</u> : Evolution entre 1999 et 2003 des taux de port du casque chez les cyclomotoristes en rase campagne	p. 62
<u>Tableau 4</u> : Evolution entre 1999 et 2003 des taux de port du casque chez les cyclomotoristes en agglomération	p. 62

<u>Tableau 5</u> : Evolution entre 1999 et 2003 des taux de port du casque chez les motocyclistes en rase campagne	p. 63
<u>Tableau 6</u> : Evolution entre 1999 et 2003 des taux de port du casque chez les motocyclistes en agglomération	p. 63
<u>Tableau 7</u> : Evolution de la mortalité des conducteurs en fonction de la catégorie de deux-roues de 1997 à 2001	p. 64
<u>Tableau 8</u> : Evolution entre 2001 et 2003 du nombre de victimes : comparaison entre l'Essonne et la France	p. 65
<u>Tableau 9</u> : Evolution du nombre de victimes par catégories d'usagers entre 1998 et 2003	p. 69
<u>Tableau 10</u> : Nombre de tués à 30 jours et circulation par catégories d'usagers en Europe en 2001	p. 72
<u>Tableau 11</u> : Récapitulatif des mesures préventives en fonction d'un scénario d'accident particulier	p. 79

X. Sites Internet consultés au cours du projet

<http://auto.tom.com>

<http://moto.honda.fr/>

<http://www.afnor.fr/>

<http://www.afnor.fr/>

<http://www.anatomie-humaine.com/>

<http://www.aprilia.com/>

<http://www.bering.fr/>

<http://www.bike.bmw.com/>

<http://www.cagiva.it/>

<http://www.cetih.fr/> (institut français du textile et de l'habillement)

<http://www.cfre-auto-ecole.com/>

<http://www.code-route.com/>

<http://www.code-route.com/>

<http://www.ducati.com/>

<http://www.enserr.org/>

<http://www.equipement.gouv.fr/>

<http://www.equipement.gouv.fr/bulletinofficiel/>

<http://www.fmoto.com/>

<http://www.fmq.qc.ca/> (fédération motocycliste du Québec)

<http://www.fr.piaggio.com/>

<http://www.inrets.fr/>

<http://www.kinetics-online.co.uk>

<http://www.lerepairedesmotards.com>

<http://www.motocyclistemagazine.net/>

<http://www.motoguzzi.fr/>

<http://www.motoplanete.com>

<http://www.motoservices.com>

<http://www.nhtsa.gov/> (National Highway Traffic Safety Administration)

<http://www.oecd.org/>

<http://www.peugeot-motocycles.fr/>

<http://www.promocycle.com> (organisation pour la conduite sécuritaire à moto)

<http://www.reevu.com>

<http://www.securiteroutiere.equipement.gouv.fr/>

<http://www.securite-routiere.org>

<http://www.setra.fr/>

<http://www.shark-helmets.com/>

<http://www.sosface.com/>

<http://www.sra.asso.fr/> (sécurité et réparation automobile)

<http://www.trl.co.uk/> (laboratoire de recherche sur les transports)

<http://www.zsjezowe.hg.pl/>

<http://www1.certu.fr/>

www.suzuki-moto.com/

XI. Lexique

Les véhicules

Cyclomoteur : véhicule à deux ou trois roues dont la vitesse maximale par construction ne dépasse pas 45 Km/h et équipé d'un moteur d'une cylindrée ne dépassant pas 50 cm³.

Deux-roues motorisés : ensemble des véhicules à deux-roues et à propulsion mécanique.

Motocyclettes légères : cylindrée limitée à 125 cm³ et d'une puissance maxi de 11 kW (15 ch).

Motocyclette (ou moto) : véhicule à deux roues à moteur ne répondant pas à la définition du cyclomoteur et dont la puissance n'excède pas 73,6 kilowatts (100 ch) ; l'adjonction d'un side-car à une motocyclette ne modifie pas le classement de celle-ci.

Les motocyclettes regroupent les deux catégories suivantes :

-les MMT1 (de puissance à l'origine inférieure ou égale à 25 kW (34 chevaux) et de rapport puissance/poids inférieur ou égal à 0,16 kW/kg), accessibles aux permis A « progressif ».

-les MTT2 (de puissance à l'origine pouvant être supérieure à 25 kW et inférieure à 73,6 kW (100 chevaux) et de rapport puissance/poids pouvant être supérieur à 0,16 kW/kg), accessibles aux permis A « direct ».

NB : Les scooters, dont l'architecture est sensiblement différente de celle des autres deux-roues, s'insèrent cependant dans chacune des catégories mentionnées précédemment en fonction de leur cylindrée et de leur puissance.

Les permis

L'ASSR (Attestation Scolaire de Sécurité Routière) :

Les épreuves de l'ASSR de 1er et 2e niveau dépendent de l'Éducation nationale, de la Justice, de l'Agriculture, de la Défense et ne sont ainsi pas délivrées par les auto-écoles.

Les épreuves consistent à vérifier les aptitudes des collégiens à identifier les dangers qu'ils peuvent rencontrer en tant que piétons, cyclistes, cyclomotoristes, passagers d'une voiture et de tester leurs connaissances en matière de sécurité routière.

- L'ASSR de 1er niveau est passée par les élèves en classe de 5e. Elle constitue la partie théorique du Brevet de Sécurité Routière.

Pour les élèves intéressés par la conduite d'un cyclomoteur, l'obligation de posséder l'ASSR de 1er niveau pour avoir accès à la formation pratique du BSR implique de pouvoir passer les épreuves de 5ème :

- dès la 6ème, s'ils doivent atteindre l'âge de 14 ans avant la date des épreuves de l'année suivante ;

- ou en 4ème, voire en 3ème, s'ils ont échoué aux épreuves en classe de 5ème.

L'ASSR de 2e niveau est passée en classe de 3ème.

Pour ceux qui sont nés à partir du 1er janvier 1988, l'ASSR de 2e niveau est obligatoire pour s'inscrire à l'examen du permis de conduire (AAC, A1, A, B).

Le BSR (Brevet de Sécurité Routière)

Le brevet de sécurité routière est, depuis 1997, obligatoire en France métropolitaine, dans les départements d'Outre-mer mais ne concerne pas les Territoires d'Outre-mer:

- pour la conduite des cyclomoteurs

- pour les personnes de 14 à 16 ans ayant atteint l'âge de 14 ans depuis le 17 novembre 1997

- pour les personnes nées à partir du 1er janvier 1988 (pour eux, le BSR est donc obligatoire après 16 ans)

Le BSR est composé de l'ASSR de 1er niveau (partie théorique) et d'une partie pratique composée de trois heures de conduite.

Le Permis A1

Nommé AL avant le 8 février 1999, cet examen nécessite d'avoir 16 ans minimum et autorise à conduire les motocyclettes légères. Ces mêmes véhicules sont accessibles à tout conducteur titulaire d'un permis B délivré depuis plus de deux ans.

Permis A

Cet examen nécessite d'avoir 17 ans et demi au minimum (épreuve théorique), de 18 ans pour l'épreuve pratique. Le permis A « direct » autorise à conduire toutes les motocyclettes dont la puissance n'excède pas 100 CV. Il est nécessaire d'avoir obtenu son permis depuis plus de deux ans ou avant l'âge de 21 ans pour conduire une motocyclette dont la puissance est supérieure à 25 KW (34 chevaux), ou dont les rapport puissance/poids est supérieur à 0,16 KW par kilogramme. Le cas contraire, le conducteur est soumis à la réglementation du permis A « progressif ».

Pour les personnes atteignant l'âge de 16 ans à partir du 1er janvier 2004, l'ASSR de 2e niveau ou l'ASR seront obligatoires pour passer le permis de conduire (aussi bien moto que voiture).