

## **ANR / Predit / Projet "2RM" 2006-2008 : Accidentologie, Usage et Représentation des Deux-Roues Motorisés**

**Partenariat : INRETS, LAB-GIE PSA/Renault**



### **Rapport de synthèse final du projet "2RM" (R 7.2)**

## **Accidentologie, Usage et Représentations des Deux-Roues Motorisés**

### **Présentation des travaux**

**Coordinateur :** Pierre VAN ELSLANDE (INRETS)

**Responsables de tâche :**

Pierre VAN ELSLANDE (INRETS) : Tâches 1 et 3

Christophe PERRIN (INRETS) : Tâche 2

Thierry HERMITTE (LAB) : Tâche 4

Yves PAGE et Thierry HERMITTE (LAB) : Tâche 5

Ralf ENGEL (LAB) : Tâche 6

**Partenaires :**

Bastien CANU (INRETS)

Nicolas CLABAUX (INRETS)

Claire DUFOSSÉ (LAB)

Katel FOUQUET (INRETS)

Jean-Yves FOURNIER (INRETS)

Reakka KRISHNAKUMAR (LAB)

Joël MAGNIN (INRETS)

Fanny NUSSBAUM (INRETS)

Céline PARRAUD (INRETS)

Mathieu ROYNARD (INRETS)

Marie-Christine SIMON (LAB)

Mathieu VINCENSINI (INRETS)

**AOUT 2008**

<b>FICHE RESUME</b> .....	<b>5</b>
<b>1 LE PROJET 2RM</b> .....	<b>9</b>
1.1 Introduction .....	9
1.2 Enjeux et problématique du projet 2RM.....	10
1.3 Plan de l'étude.....	11
<b>2 LES DEFAILLANCES D'INTERACTION DANS LES ACCIDENTS IMPLIQUANT UN DEUX-ROUES MOTORISE (TACHE 1)</b> .....	<b>13</b>
2.1 Introduction .....	13
2.2 Problématique : défaillances de conduite, facteurs et contextes de production .....	14
2.2.1 Défaillance fonctionnelle .....	14
2.2.2 Modèle de classification.....	15
2.2.3 Le degré d'implication.....	15
2.2.4 Typologie de scénarios-types de défaillances .....	17
2.3 Matériel et méthode.....	18
2.3.1 Echantillons étudiés .....	18
2.3.2 Exploitation des données.....	19
2.4 Résultats.....	19
2.4.1 Mécanismes de défaillances des conducteurs de DRM .....	19
2.4.2 Mécanismes de défaillance des automobilistes confrontés à un DRM.....	24
2.5 Discussion.....	25
2.6 Conclusion.....	27
<b>3 LA DYNAMIQUE DES ACCIDENTS : COMPORTEMENT DU COUPLE CONDUCTEUR-DRM EN SITUATION D'URGENCE (TACHE 2)</b> .....	<b>29</b>
3.1 Problématique et objectifs .....	29
3.2 Matériel : les Études Détaillées d'Accidents.....	29
3.2.1 Descriptif de l'échantillon de cas EDA .....	29
3.2.2 Échantillon de cas EDA utilisé pour ces travaux.....	31
3.3 Méthode utilisée pour l'analyse des cas d'accidents.....	31
3.3.1 Le modèle séquentiel de l'INRETS .....	31
3.3.2 Reconstruction d'accident impliquant un DRM.....	32
3.3.3 Analyse spécifique.....	32
3.3.4 Difficultés.....	33
3.4 Résultats.....	34
3.4.1 Les accidents de type "perte de contrôle" .....	34
3.4.2 Les accidents avec "interaction" multi usagers.....	36
<b>3.5 Discussion et perspectives</b> .....	<b>39</b>
<b>4 ANALYSE COMPARATIVE DE PROCEDURES D'ACCIDENTS MORTELS ET NON MORTELS (TACHE 3)</b> .....	<b>41</b>
4.1 Introduction .....	41
4.2 Enjeu et problématique .....	41
4.3 Etat de l'art .....	41
4.4 Matériel et méthode.....	42
4.5 Résultats.....	42
4.5.1 Statistique descriptive des accidents de DRM.....	42
4.5.2 Estimation du sur risque d'implication dans un accident mortel pour les conducteurs de DRM ..	45
4.5.3 Analyse des Configurations Accidentelles Récurrentes .....	45
4.6 Conclusion.....	50
<b>5 EDA ET PROSPECTIVES (TACHE 4)</b> .....	<b>53</b>
5.1 Analyse des EDA existantes .....	53
5.1.1 MAIDS.....	53
5.1.2 RIDER.....	56

<b>5.2</b>	<b>EDA prospectives</b> .....	<b>57</b>
<b>5.3</b>	<b>Conclusion</b> .....	<b>59</b>
<b>6</b>	<b>OBSERVATION DES SITUATIONS DE TRAFIC (TACHE 5)</b> .....	<b>61</b>
<b>6.1</b>	<b>Introduction</b> .....	<b>61</b>
6.2	Contexte.....	61
6.2.1	<i>Contexte historique</i> .....	61
6.2.2	<i>Les limites de l'accidentologie</i> .....	61
6.2.3	<i>Structure d'une technique des conflits de trafic</i> .....	62
6.2.4	<i>Contexte accidentologique</i> .....	63
6.3	Méthode d'observation de conflit de trafic .....	63
6.3.1	<i>Type d'observation</i> .....	63
6.3.2	<i>Période d'observation</i> .....	63
6.3.3	<i>Sites d'observation</i> .....	64
6.3.4	<i>Acquisition des données</i> .....	64
6.3.5	<i>Paramètres observés</i> .....	64
6.4	Résultats.....	66
6.5	Conclusion : Apport des situations de trafic à la compréhension de l'accident.....	69
<b>7</b>	<b>ETUDE SOCIOLOGIQUE DES REPRESENTATIONS (TACHE 6)</b> .....	<b>71</b>
<b>7.1</b>	<b>Introduction</b> .....	<b>71</b>
<b>7.2</b>	<b>Méthode</b> .....	<b>71</b>
7.3	Résultats.....	72
7.3.1	<i>Typologie DRM</i> .....	72
7.3.2	<i>Culture DRM</i> .....	73
7.3.3	<i>Cohabitation et comportements types DRM</i> .....	74
7.4	Conclusions .....	75
<b>8</b>	<b>DISCUSSION</b> .....	<b>77</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>79</b>
<b>10</b>	<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	<b>81</b>



---

## Projet ANR Predit "2RM" 2006-2008

### Accidentologie, Usage et Représentation des Deux-Roues Motorisés

---

**Responsable Scientifique** : Pierre Van Elslande (INRETS)

**Partenaires** : INRETS-MA, LAB-GIE PSA/Renault

## Fiche résumé

### Rapport de synthèse final du projet "2RM"

Le deux-roues motorisé (DRM) constitue un moyen de déplacement de plus en plus prisé, notamment pour les possibilités qu'il offre d'esquiver les engorgements de trafic. Mais le DRM reste encore à ce jour, malgré une baisse générale de l'accidentalité, un mode de transport particulièrement dangereux et ses utilisateurs des usagers très vulnérables. Le nombre de conducteurs de DRM victimes d'accidents représente en France plus de 23% du total des tués (15% pour l'ensemble de l'Europe) et 31% du total des blessés, alors même que l'on estime à 1.5% la part de ces véhicules dans le trafic total, en termes de kilométrages parcourus (ONISR, 2006). Le risque d'être tué est ainsi de 14 pour 100 millions de personnes-kilomètres, soit 20 fois plus qu'en voiture. Et quelles que soient les mesures prises ces dernières années, elles ne sont pas parvenues à faire décroître significativement ces taux.

Ce constat atteste d'un réel besoin de recherche sur les fondements de cette insécurité dans la perspective de définition de mesures qui s'adressent aux spécificités et répondent aux besoins de chacun des participants du système de conduite. Au-delà du constat de la vulnérabilité inhérente à ce mode de déplacement, il faut prendre en compte le fait que les DRM ont un comportement dynamique spécifique qui va engendrer parfois de plus grandes difficultés de contrôle. Il faut prendre en compte également le fait qu'ils ont une place à part au sein du trafic, avec un gabarit et des performances qui peuvent susciter des difficultés particulières d'interaction avec les autres usagers de l'espace routier.

Le projet ANR-Predit "2RM" a été mis en œuvre durant près de 3 ans dans l'objectif d'apporter une connaissance en profondeur des différents mécanismes en jeu dans cette accidentalité. Cette connaissance est considérée comme une condition nécessaire à la définition d'actions plus ciblées, et donc plus adaptées. En s'appuyant sur des données d'accidentologie qualitatives et quantitatives, mais également sur des observations en situation réelle et des enquêtes sociologiques, ce projet considère la sécurité des deux-roues du point de vue du DRM, du point de vue de l'automobiliste, du point de vue de l'infrastructure routière, et surtout du point de vue des nombreuses interactions qu'ils entretiennent.

L'analyse au cas par cas de 400 études détaillées d'accidents et de 1 000 Procès Verbaux, s'appuyant sur des modèles théoriques et méthodologiques de la cinématique accidentelle et du fonctionnement humain, est riche d'enseignements.

De façon générale, on constate que les défaillances auxquelles sont sujets les conducteurs de DRM accidentés diffèrent de celles des autres conducteurs, révélant par là des difficultés qui leur sont bien particulières. Ces usagers tendent à commettre plus d'erreurs de pronostic, c'est-à-dire qu'ils sont plus souvent confrontés à des situations où leurs anticipations sont mises en défaut par l'évolution réelle des situations qu'ils rencontrent. Ils commettent également plus d'erreurs au niveau de la décision d'engager certaines manœuvres, en particulier de dépassement, à un moment et dans des conditions où ces manœuvres ne peuvent s'engager sans une certaine prise de risque. Ils commettent enfin plus de défaillances liées au contrôle de leur véhicule, notamment lorsqu'ils doivent faire face à des difficultés relatives au tracé de la route ou à diverses perturbations externes. Les principaux éléments explicatifs de toutes ces défaillances sont, pour les variables endogènes : le manque d'expérience, le choix d'une vitesse trop élevée, l'adoption d'un style de conduite risqué ; pour les variables exogènes : la manœuvre atypique et inattendue d'un autre usager, les difficultés d'infrastructure.

Mais les accidents constituent, dès lors qu'on les étudie de manière scientifique, des phénomènes souvent plus complexes et diversifiés qu'il n'y paraît. Ils réclament une analyse en compréhension des différentes catégories de problèmes qu'ils recouvrent et des facteurs qui en sont les moteurs. Ceci est d'autant plus vrai pour les DRM qui regroupent une grande diversité de véhicules, d'usages et d'usagers. Il s'agit donc de regarder au plus près les différentes facettes des processus accidentels qui les concernent sans se limiter à accabler tel ou tel composant du système et sans confondre les causes et les conséquences -notamment les erreurs et leurs facteurs- dans l'analyse des dysfonctionnements identifiés. Même dans une vision d'ensemble, il est au minimum nécessaire de

différencier les cyclomotoristes et les motards, comme il faut distinguer les accidents en perte de contrôle et les accidents d'interaction avec le trafic.

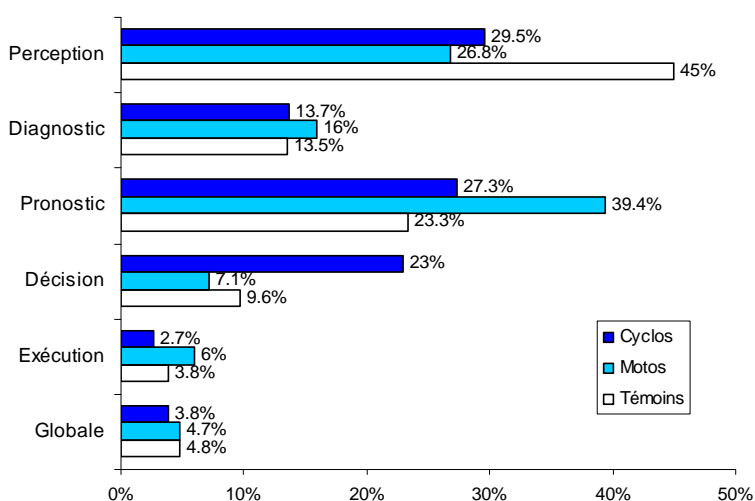
**Les accidents issus d'une perte de contrôle** du véhicule suggèrent une différenciation marquée des défaillances chez les usagers de DRM par rapport aux conducteurs de véhicules à 4 roues, avec une plus forte proportion d'erreurs d'exécution (mauvaise gestion de l'interaction véhicule/route) et de diagnostic (évaluation de la difficulté relative à l'infrastructure). En contrepartie, il commettent très peu de défaillances dites globales : défaillances généralisées des capacités de conduite liées par exemple à la consommation d'alcool, à un endormissement, un malaise.

Motards et cyclomotoristes se différencient légèrement du point de vue des éléments qui sont à l'origine de leur perte de contrôle. Leurs accidents ont en commun des facteurs tels que la prise de risque et/ou l'adoption d'une vitesse inappropriée, une faible expérience de la conduite, la rencontre d'un tracé difficile. Mais certaines variables comme l'influence de l'aménagement et la rencontre de perturbation environnementales (vent, etc.) vont plus agir sur la perte de contrôle des motards. Les cyclomotoristes sont, quant à eux, plus fragilisés par leurs défauts d'attention, les dégradations de chaussée, les problèmes de visibilité et l'influence du cannabis. On verra plus loin que les accidents mortels présentent quelques particularités dans les paramètres mis en cause.

<i>Eléments explicatifs des défaillances des DRM</i>	<i>Motos</i>	<i>Cyclos</i>
Vitesse inadaptée à la situation	38.1%	55.8%
Vitesse supérieure à la législation	17.2%	3.7%
Prise de risque	25.8%	27.7%
Faible expérience de la conduite	25.8%	21.8%
Défaut d'attention (surexpérience du trajet)	15.5%	28.1%
Tracé difficile (virage serré, etc.)	25.8%	22.9%
Aménagements favorisant la prise de vitesse	12%	0%
Défauts des aménagements (atypiques, peu lisibles, etc.)	8.6%	0%
Perturbations environnementales	5.2%	0%
Consommation de cannabis	0%	7.4%
Visibilité limitée par l'infrastructure	2%	9.6%
Chaussée dégradée	6.9%	18.5%

**Tableau 1 : Eléments explicatifs des défaillances des DRM en perte de contrôle**

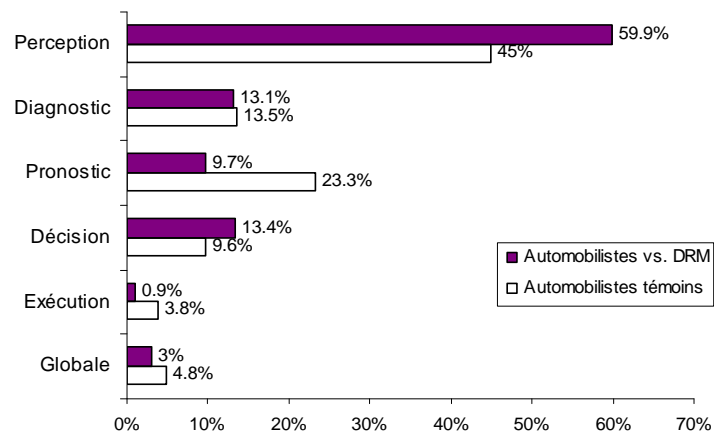
C'est dans les **accidents en interaction avec autrui** que les différences entre motocyclistes et cyclomotoristes apparaissent le plus. Les problèmes des motocyclistes sont clairement liés à une trop forte confiance dans leurs capacités de pronostic sur l'évolution de la situation d'interaction (39.4%) qui les amène à ne pas envisager d'autres éventualités et les met en situation de fragilité lorsque leurs attentes sont contredites. Pour les cyclomotoristes, le problème le plus flagrant correspond à des prises de décision d'engagement d'une manœuvre contraire aux codes de comportement socialement partagés (23%).



**Figure 1 : Catégories de défaillances des Cyclomotoristes et des Motocyclistes en comparaison au groupe Témoin des automobilistes non confrontés à un DRM**

Notons que dans la majorité (67.1%) des accidents à plusieurs véhicules, les motocyclistes ne sont pas à l'origine de la perturbation accidentogène, mais contribuent néanmoins à la dégradation de la situation par le mode de conduite adopté ou en ne mettant pas en œuvre les régulations nécessaires (48.2% des cas). En revanche, les cyclomotoristes sont dans plus d'un cas sur deux (53.6%) à l'origine de la perturbation qui va mener à l'accident et y contribuent plus indirectement dans 28.7% des cas.

Regardons maintenant ce qu'il en est des **automobilistes confrontés à un DRM**. On constate qu'ils commettent significativement plus de défaillances perceptives que les automobilistes impliqués dans des accidents ne faisant pas intervenir de DRM (60% contre 45%). Un tel résultat démontre le caractère radical du problème de la détectabilité du DRM.



**Figure 2 : Catégories de défaillances des automobilistes confrontés à un DRM par rapport au groupe Témoin des automobilistes non confrontés à un DRM**

Mais on note, là encore, une différence selon que ces automobilistes sont confrontés à des motos ou à des cyclomoteurs : vis-à-vis des motocyclistes les défaillances des automobilistes sont plus liées à des prises d'informations trop rapides et trop sommaires ; s'agissant des cyclomoteurs, les défaillances de détection des automobilistes correspondent plus à la rencontre d'événements inopinés (un DRM qui surgit d'une zone sans visibilité, qui déboîte brusquement, qui déborde par la droite, etc.).

Les éléments explicatifs de ces défaillances des automobilistes diffèrent également selon le type de deux-roues à moteur auquel ils sont confrontés. Les automobilistes confrontés à des cyclomoteurs seront plus fréquemment mis en défaut par des problèmes de visibilité. Pour les automobilistes confrontés à des motocyclistes, il s'agit davantage d'éléments endogènes tels que l'influence de défauts attentionnels liés à une sur-expérience du trajet ou de la manœuvre, ou à l'inverse à la faible connaissance des lieux, ou encore à une contrainte situationnelle (densité des flux de trafic).

L'analyse des **niveaux de vitesse pratiqués**, tels que relevés dans les dossiers d'étude détaillée d'accidents (50 cas analysés en reconstruction cinématique), montre que dans les accidents de perte de contrôle, les conducteurs de motocyclettes (cylindrée supérieure à 125cc) dépassaient la vitesse réglementaire, au moment du basculement dans la situation d'accident, d'environ 15 km/h. Dans les accidents urbains impliquant plusieurs véhicules, la vitesse moyenne des cyclomoteurs au moment de la situation d'accident était d'environ 43 km/h. Elle s'élevait à 48 km/h pour les motocyclettes légères, à 64 km/h pour les motocyclettes et à 28 km/h pour les autres véhicules. Hors agglomération, la vitesse moyenne des motocyclettes accidentées s'élevait à 81 km/h. La reconstruction des paramètres dynamiques est beaucoup plus complexe dès lors qu'il s'agit d'un DRM, et des approfondissements sont donc à réaliser sur cette activité. D'autant que l'analyse des 1 000 PV nous apprend que dans plus de 45% des cas d'accidents mortels, la vitesse du DRM a été considérée comme une variable déterminante, alors que ce chiffre est inférieur à 25% pour les accidents non mortels. **L'observation des situations de trafic** vient par ailleurs confirmer le rôle de la vitesse parmi les paramètres qui vont transformer une situation conflictuelle en situation d'accident.

Il ressort de l'analyse des procès verbaux d'accidents mortels et non mortels que les conducteurs de DRM ayant une **alcoolémie** positive (taux d'alcool > à 0.5 g/l) sont plus présents dans les accidents mortels que non mortels (respectivement 21.8% et 4.1%). Ce facteur est fortement impliqué dans les pertes de contrôle, pertes de contrôle qui sont par ailleurs plus représentatives des cas mortels (40% des accidents mortels contre 13% pour les accidents non mortels).

L'analyse approfondie des **situations d'urgence**, qu'il s'agisse d'accidents liés à une perte de contrôle du deux-roues ou d'accidents liés à une interaction avec un autre usager, montre que pour 38% de ces accidents un système de freinage antibloquant (ABS) sur les deux-roues motorisés aurait pu, a priori, jouer un rôle favorable, si ce n'est éviter l'accident. Un tel résultat demande à être consolidé par l'analyse d'échantillons plus vastes.

L'analyse des PV nous apprend également que les motocyclistes portaient a priori correctement leur **casque** dans la grande majorité des cas : 100% dans les accidents non mortels, et 92% dans les accidents mortels. En revanche une absence ou un mauvais port du casque est observé dans près de 40% des accidents mortels de cyclomoteurs.

Du point de vue des **méthodes**, l'analyse des bases de données existantes sur les accidents de deux-roues motorisés souligne le manque de certains types de données pour progresser dans notre connaissance de l'insécurité de cette catégorie d'usagers. Les travaux réalisés dans le cadre du projet "2RM" suggèrent notamment la nécessité d'engager des actions de recherche plus approfondies sur les facteurs d'exposition au risque d'accident de DRM et sur les méthodes de reconstitution cinématique des accidents de ces DRM dont le comportement dynamique varie fortement d'un véhicule à l'autre (cyclomoteur, motocyclette, routière, sportive, scooter, etc.). Ces travaux soulignent également l'intérêt d'une prise en compte plus large des paramètres de dysfonctionnement du système de conduite, et de ne pas se limiter aux seuls facteurs qui interagissent dans les quelques secondes du déroulement accidentel.

On soulignera en conclusion que l'accident est un processus éminemment complexe qui ne peut se résumer à l'intervention d'un seul facteur. Pour amener des résultats opérationnels, son analyse ne doit pas se cantonner à l'identification des "responsables" mais prendre en compte la participation de l'ensemble des acteurs, ce qui permet de trouver des solutions pour chacun d'entre eux. On insistera ainsi sur la nécessité d'appréhender les problèmes dans leur complexité et leur subtilité, sans rester sur un raisonnement d'opposition entre un groupe d'usagers et un autre, mais en oeuvrant pour une harmonisation des interactions. Dans cette orientation, les résultats issus des différentes tâches du projet 2RM permettent une avancée significative dans la connaissance des mécanismes à l'oeuvre dans l'insécurité spécifique à laquelle sont confrontés les DRM dans le système de circulation. L'analyse approfondie à grande échelle des mécanismes d'accidents réalisée s'inscrit dans la continuité des travaux accidentologiques qui ont marqué des étapes importantes dans la connaissance de l'insécurité des deux-roues motorisés (Hurt *et al.*, 1981 ; MAIDS, 2004), et en constitue sous certains aspects une mise à jour. On y insiste ainsi sur la mise en évidence des différentes facettes qui caractérisent l'accidentalité, sur la nécessité de bien distinguer les défaillances des usagers et les facteurs (endogènes comme exogènes) qui produisent ces défaillances, sur la prédominance des phénomènes d'interaction, etc. Autant de conditions nécessaires pour définir des solutions adaptées à l'ensemble des participants et qui prennent en compte l'ensemble des paramètres en jeu. De telles actions doivent ainsi s'appuyer sur des résultats de recherches. Les mesures prises (tels les aménagements routiers, les programmes de formation à la conduite, la généralisation prochaine de l'allumage systématique des feux de jour à tous les véhicules, etc.) doivent également faire l'objet d'une procédure d'évaluation permettant d'en vérifier les réels effets.

Les résultats dégagés par l'ensemble de travaux réalisés dans le cadre de ce projet ne doivent pas être considérés comme un aboutissement en soi, mais plutôt comme une base pour un renouvellement de travaux de recherches, adressés aux questions, tant fondamentales qu'appliquées, soulevées par l'insécurité des DRM, recherches qui doivent s'attacher à dépasser les acquis déjà établis pour définir à la fois des approfondissements méthodologiques et des élargissements thématiques.

#### **Livrables du projet 2RM :**

- R0.1 - Rapport Introductif : "Accidentologie des deux-roues motorisés, vers une meilleure prise en compte de leur diversité" (Van Elslande *et al*, 2008).
- R0.2 - "Les accidents de 2 roues motorisés : Les enjeux" (Hermitte, 2008).
- R1 - Rapport scientifique Tâche 1: "Les défaillances d'interaction dans les accidents impliquant un deux-roues motorisé" (Van Elslande *et al*, 2008).
- R2 - Rapport scientifique Tâche 2: "La dynamique des accidents : Comportement du couple conducteur-DRM en situation d'urgence" (Perrin *et al*, 2008).
- R3 - Rapport scientifique Tâche 3: "Analyse comparative de procédures d'accidents mortels et non mortels" (Van Elslande *et al*, 2008).
- R4 - Rapport scientifique Tâche 4: "EDA et prospective" (Hermitte *et al*, 2008).
- R5 - Rapport scientifique Tâche 5: "Observation des situations de trafic (Page *et al*, 2008).
- R6 - Rapport scientifique Tâche 6: "Contribution Sociologique : Les représentations croisées entre DRM et automobilistes" (Engel et Krishnakumar, 2008)
- R7 - Rapport de synthèse final du projet 2RM (parties 1 et 2) : Accidentologie, Usage et Représentations des Deux-Roues Motorisés " (Van Elslande *et al*, 2008).

# 1 Le projet 2RM

## 1.1 Introduction

Depuis une vingtaine d'années, nous observons une baisse progressive du nombre d'accidents et de morts sur les routes, en relation avec les améliorations apportées aux organes et équipements de sécurité des véhicules, les aménagements de l'infrastructure routière, la formation dispensée aux conducteurs, ainsi que certaines mesures coercitives (e.g. limitations de vitesse, équipements de sécurité : ceinture, casque, etc.). Cependant, les deux-roues à moteur restent encore, à ce jour, un moyen de transport particulièrement dangereux et leurs conducteurs des usagers très vulnérables : le nombre de conducteurs de deux-roues à moteur victimes d'accidents représente annuellement plus de 23% du total des tués et 31% du total des blessés alors même que l'on estime la part à 1.5% de ces véhicules dans le trafic total, en terme de kilométrages parcourus (ONISR, 2006)<sup>1</sup>. Les mesures prises ces dernières années à leur égard ne sont pas parvenues à faire décroître significativement ces taux. En effet, malgré une sensible baisse du nombre d'impliqués, la part que représentent les motocyclistes tués dans l'ensemble des usagers mortellement accidentés ne cessent de croître depuis 1996 (ONISR, 2005).

Cette étude a pour objectif d'appréhender et mieux comprendre les interactions de facteurs et les mécanismes en jeu dans les accidents des deux-roues motorisés. Elle vise également à mettre en évidence la diversité de ces accidents de façon à faciliter la définition de mesures plus adaptées à chaque problème en jeu.

Les deux-roues motorisés se distinguent des autres modes de transport terrestres par des différences d'ordre dynamique, perceptif, mais aussi comportemental, attitudinal et social. Parmi les particularités qui les caractérisent, on développera les points suivants :

- Une population d'usagers qui s'accroît de manière continue : les difficultés d'écoulement du trafic automobile dans les grandes agglomérations incitent de plus en plus de citoyens à utiliser les deux-roues.
- Des usagers dont les facteurs socio-démographiques sont de plus en plus hétérogènes (âge, sexe, usage (plaisir, utilitaire), attitudes, type de véhicule utilisé...). Une telle hétérogénéité des modes et des usages conditionne des pratiques particulières qui ne sont pas sans conséquence sur les différents problèmes d'interaction rencontrés au sein du trafic. Cette variabilité mérite donc d'être appréhendée en profondeur du point de vue de ses déterminants et de ses conséquences sur l'accidentalité.
- Une offre de véhicules croissante avec une grande diversité de cylindrées, de types (cyclomoteur, cyclomoteur à boîte de vitesse, scooter, routière, sportive, trail, etc.).
- Un comportement dynamique et une conduite spécifiques en fonction du type de véhicule et de ses capacités (vitesse, accélération, freinage, etc.).
- Une place à part au sein du trafic (introduction d'un différentiel avec les autres usagers de la route : faible part dans le trafic, comportement, etc.).
- Une accidentalité particulière : grande vulnérabilité des usagers, inadéquations entre les deux-roues motorisés et le système de circulation, les interactions avec le trafic, une diversité des circonstances et configurations accidentelles, etc.

Notre projet a pour ambition d'identifier les différentes facettes de l'insécurité des Deux-Roues Motorisés (DRM), dans leurs dimensions accidentologiques, comportementales et sociologiques. Il devrait servir de support notamment à l'identification de prestations technologiques spécifiques dont les constructeurs et aménageurs pourraient doter les véhicules et les routes.

---

<sup>1</sup> L'Observatoire (français) National Interministériel de Sécurité Routière.

Par conséquent, pour schématiser, ce projet considère la sécurité des deux-roues du point de vue du DRM, du point de vue de l'automobiliste et du point de vue de l'infrastructure routière. Il s'appuie sur trois approches complémentaires :

- L'analyse accidentologique à partir de données EDA (Etudes Détaillées d'Accidents) et d'exploitations de procédures
- L'analyse comportementale des situations de conduite en deux-roues en interaction avec les autres usagers
- L'analyse des représentations réciproques des usagers de deux-roues et des autres usagers

Le lecteur trouvera une description détaillée de ces différentes questions dans l'annexe scientifique R0.1 du projet : "Rapport Introductif : Accidentologie des deux-roues motorisés, vers une meilleure prise en compte de leur diversité" (Van Elslande et al, 2008).

## 1.2 Enjeux et problématique du projet 2RM

L'étude des proportions d'accidents impliquant des deux-roues motorisés en France révèle des taux de l'ordre de 25% à l'échelon national (Carré & Filou, 1994 ; ONISR, 1998), pour atteindre jusqu'à 45% en Ile-de-France, Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte d'Azur (Pibault & Bilman, 1997 ; ONISR, 2005). Ces données sont bien sûr à mettre en lien avec le parc de deux-roues à moteur dans ces différentes régions à très forte concentration urbaine.

- En 2006, les motocyclistes représentent 16.3% des victimes de la route et les cyclomotoristes 6.7% (ONISR, 2006).
- Près de 80% des tués en deux-roues motorisés ont entre 15 et 44 ans. En ce qui concerne les cyclomotoristes, 63% des tués et 70% des blessés ont entre 15 et 19 ans. Pour ce qui est des motocyclistes, 52% des tués et 49% des blessés ont entre 20 et 34 ans (ONISR, 2006).

Les jeunes (dans la catégorie des 14-25 ans) sont les premières victimes d'accidents et possèdent un facteur de risque 2,4 fois supérieur à la moyenne (RIDER, 2005).

Selon les études, 60 à 70% des tués dans un accident de deux-roues motorisés ont moins de 30 ans. Cependant, 45 à 55% des conducteurs de deux-roues à moteur ont moins de trente ans, quel que soit le deux-roues (Carré & Filou, 1994 ; Têtard, 1994 ; Rutter & Quine, 1995 ; Pibault & Bilman, 1997). C'est vers cette population que les campagnes de sensibilisation et de prévention sont les plus appuyées.

Rutter et Quine (1995) ont montré que l'inexpérience est plus en cause que l'âge chez les conducteurs de motocyclettes (51% ont le permis depuis moins de trois ans).

- Le risque d'être tué par milliard de véhicules x Km chez les conducteurs de deux-roues motorisés est 16.9 fois plus élevé chez les cyclomotoristes que les automobilistes et 19,8 fois plus élevé chez les motocyclistes que les automobilistes (ONISR, 2006).
- 62% des tués et 70% des blessés en deux roues motorisés le sont de jour. Les cyclomotoristes se distinguent des autres usagers par une forte mortalité survenant la nuit. En effet, un cyclomotoriste sur deux est tué dans un accident de nuit contre seulement 1 motocycliste sur trois (ONISR 2006).
- D'après les études sectorielles de l'ONISR sur les deux-roues motorisés, en 2006, on dénombre près de 17% des accidents de deux-roues motorisés sans tiers en cause. La proportion du nombre de tués dans ce type d'accident passe à 35%, avec une part plus importante concernant les motocyclistes (près de 38% de tués contre 29% pour les cyclomotoristes).

Dans l'étude de Carré et Filou (1994), 25% de ces accidents sont des pertes de contrôle et 10% des accidents surviennent lors de dépassements. Les accidents sans tiers impliqué sont la cause du décès de 34% des motocyclistes et de 17% des cyclomotoristes.

Les motocyclistes sont jugés moins responsables que l'ensemble des autres usagers (respectivement 38% contre 42% pour l'ensemble des usagers). Au contraire, les cyclomoteurs sont jugés en moyenne plus responsables (47%) que l'ensemble des usagers.

Preusser et al. (1995) ont décrit cinq types principaux d'accidents de deux-roues motorisés qui expliquent 80% des accidents mortels : la sortie de route (41,3%), le "non respect" de la

signalisation (18,1%), les collisions frontales (10,8%), les collisions frontales lors d'un tourne à gauche (8,5%) et la chute du motocycliste (7,3%).

L'accident type de motocyclette est une sortie de route hors agglomération, un week-end, de nuit avec un conducteur sous l'emprise de l'alcool (Preusser et al. 1995).

- Entre 35% (Preusser et al, 1995) et 38% des accidents corporels (ONISR, 1998) ont lieu en intersection. La mortalité est beaucoup plus importante hors intersection avec 72% des victimes (ONISR, 2001). Au contraire, de manière surprenante, l'étude de Peek-Asa et Kraus (1996) relève plus d'accidents mortels en intersection qu'en section courante.
- Les situations de dépassement sont "typiques" des accidents hors intersection. Les principales origines invoquées sont une mauvaise évaluation des distances inter-véhicules par les automobilistes et une prise de risque importante des conducteurs de deux-roues (dépassement en conditions critiques, vitesse peu adaptée à la manœuvre, ...) (Têtard, 1994 ; Caird & Hancock, 1995).
- Les accidents de deux-roues motorisés se caractérisent par un sur-risque de collision marqué en milieu urbain : fréquentes interactions avec le trafic, nombreuses intersections, changement de voie, remontée de file, divers types d'usagers, ...

Cependant, le niveau de gravité en rase campagne est quatre fois plus élevé qu'en milieu urbain pour les motocyclistes. Les accidents de cyclomoteurs sont plus fréquents en agglomération et de gravité moindre, du fait de leur vitesse relativement faible.

De fait, la répartition du nombre de tués est à peu près identique selon que l'accident ait lieu en rase campagne (55%) (surtout sur RD et RN) ou en agglomération (45%) tous types de deux-roues confondus.

Enfin, on note que les accidents hors agglomérations de type perte de contrôle du véhicule sans tiers ne font pas toujours l'objet d'une procédure et ne sont donc pas systématiquement comptabilisés dans les statistiques nationales (Laumon & Martin, 2002). Ceci conduit à une sous-estimation des accidents non mortels en perte de contrôle chez les deux-roues motorisés.

Il est donc essentiel de mettre en évidence des mécanismes d'accidents spécifiques (niveaux de vitesse, performance recherchée, dynamique spécifique...) pour chaque type d'environnement (en agglomération et hors agglomération) afin de couvrir l'ensemble de la problématique des deux-roues motorisés.

- La conduite d'un deux-roues motorisé peut impliquer des régulations complexes et non intuitives telles que le contre-braquage, des manipulations simultanées des freins avant et arrière (séparés mécaniquement), l'ouverture de la commande des gaz lors de la négociation d'un virage. Aussi, la moindre perte de capacité due à l'alcool, une drogue ou un médicament augmente considérablement le risque d'accident pour les conducteurs de deux-roues en comparaison avec un niveau semblable d'intoxication chez un conducteur de véhicule léger (Mannering & Grodsky, 1995 ; Sunderstrom et al., 1999). A titre d'exemple, aux Etats-Unis, en 1998, plus d'un tiers des motocyclistes impliqués dans un accident mortel avaient un taux d'alcool supérieur au seuil légal. Des études antérieures donnent des chiffres allant jusqu'à 50%. En conséquence, Sun et al. (1998) ont proposé d'abaisser le taux légal d'alcool pour les conducteurs de deux-roues par rapport aux autres conducteurs.

Le lecteur trouvera une description détaillée des enjeux de la question des DRM dans l'annexe scientifique R0.2 "Les accidents de 2 roues motorisés : Les enjeux" (Hermitte, 2008).

### 1.3 Plan de l'étude

Les données accidentologiques relatives aux deux-roues à moteur sont éloquentes et, malgré le fait que le taux d'accident n'augmente plus alors que le parc s'agrandit, beaucoup de progrès restent à faire pour la sécurité des conducteurs de deux-roues à moteur et particulièrement du côté de la compréhension des phénomènes liés aux accidents. Mais les aspects les plus délicats tiennent, semble-t-il, aux paramètres comportementaux de la conduite, aux changements des représentations des conducteurs, et à la compréhension des mécanismes plus fins en jeu dans la conduite.

Les différentes actions du projet Predit ANR "2RM" se sont employées à appréhender ces différentes questions de manière à aller plus loin dans la connaissance de l'accidentalité des deux-roues motorisés, des contextes qui les produisent, des facteurs qui les sous-tendent, sous l'hypothèse que cette connaissance est une condition nécessaire à la définition de pistes d'actions bien appropriées.

Le projet 2RM se décline en 6 Tâches qui appréhendent complémentaires les questions liées aux deux-roues motorisés. Parmi celles-ci, les tâches 1 et 3 sont celles sur lesquelles la majorité des efforts se sont portés de façon à produire des résultats consolidés sur les mécanismes d'accidentalité qui particularisent les deux-roues motorisés. Les autres tâches comportent une dimension plus prospective, dans l'objectif de définir des améliorations méthodologiques et des élargissements thématiques.

- Tâche 1 : Les défaillances d'interaction

La tâche 1 du projet est spécifiquement dédiée à l'analyse accidentologique des différents types de problèmes opérationnels d'interaction entre les DRM et les autres usagers, entre les DRM et les infrastructures. Cette analyse porte donc sur les difficultés des conducteurs de DRM mais aussi sur celles que les automobilistes rencontrent à leur égard.

- Tâche 2 : La dynamique des accidents - Comportement du couple conducteur-DRM en situation d'urgence

L'objectif de cette tâche est d'améliorer les connaissances sur le comportement du couple conducteur-DRM en situation d'urgence, afin de mieux comprendre comment le conducteur pourrait être assisté pendant cette phase de conduite délicate (et rare) et quelle pourrait être l'influence de systèmes d'assistance sur les comportements et sur la production des accidents.

- Tâche 3 : Analyse comparative de procédures d'accidents mortels et non mortels

Cette étude accidentologique "quantitative approfondie" à partir de procédures d'accidents est complémentaire de l'analyse "clinique" des EDA (Tâche 1). L'objectif est d'établir une distinction entre les accidents mortels et non mortels selon plusieurs paramètres : le type de situation d'accident, le type de véhicule impliqué, les sources de dysfonctionnements, etc., et de rendre compte des configurations accidentelles les plus récurrentes.

- Tâche 4 : Approfondissements et EDA prospectives.

Il s'agit ici de développer une approche complémentaire aux EDA existantes, pour approfondir les questionnements spécifiquement liés à la problématique des DRM. Une interaction avec la Tâche 6 permettra d'élargir l'investigation accidentologique du côté sociologique.

- Tâche 5 : Observation des situations de trafic

L'objectif de cette tâche est d'identifier, puis d'analyser, les différentes situations de conflit de trafic auxquelles sont confrontés les motocyclistes, et notamment les situations dans lesquelles les motocyclistes sont en interaction avec les autres usagers. Ces données d'observation constituent un complément aux résultats accidentologiques.

- Tâche 6 : Etude sociologique des représentations

La dimension sociologique du projet porte sur l'analyse des représentations "croisées" des motocyclistes et des automobilistes les uns à l'égard des autres. Une fois mises à jour, ces représentations sociales sont interrogées sous l'angle de leur pouvoir explicatif des comportements individuels.

Les résultats issus de ces différentes tâches visent une connaissance plus ciblée et plus approfondie de la variété des problèmes rencontrés par les deux-roues motorisés, cette connaissance étant indispensable pour la définition de mesures qui soient bien adaptées à la réalité de ces problèmes.

## 2 Les défaillances d'interaction dans les accidents impliquant un deux-roues motorisé (Tâche 1)<sup>1</sup>

### 2.1 Introduction

Les études réalisées et les mesures prises, de même que les formations dispensées aux conducteurs de deux-roues à moteur et d'automobiles, n'apparaissent pas suffisantes ou suffisamment adaptées aux besoins sécuritaires de cette population de conducteurs pour amener des changements rapides et efficaces. A l'heure actuelle, les connaissances sur le problème permettent pourtant d'envisager déjà certaines mesures relativement simples et peu coûteuses pour améliorer la sécurité des deux-roues. On peut citer à cet égard le document "Prise en compte des motocyclistes dans l'aménagement et la gestion des infrastructures" (SETRA, 2000) paru à l'attention des élus locaux, qui propose des aménagements d'infrastructure, permettant une meilleure sécurité pour les deux-roues à moteur.

Mais les aspects les plus délicats tiennent, semble-t-il, aux paramètres comportementaux de la conduite, aux connaissances et aux représentations des conducteurs, et à la compréhension plus approfondie des processus en jeu dans la conduite. Ainsi, des mesures qui s'appuient sur une connaissance insuffisante des problèmes de fond sont susceptibles de ne pas avoir les effets escomptés, voire de déboucher sur des effets contre productifs. Par exemple, concernant les formations (initiales ou complémentaires), des études montrent des effets parfois inverses de ceux recherchés sur la conduite des deux-roues à moteur (Manders, 1984 ; Brown, 1987). Les conducteurs qui sortent de certaines de ces formations trop orientées vers la manoeuvrabilité ont ainsi tendance à se montrer plus confiants, pensent mieux maîtriser leur véhicule, et se placent donc plus fréquemment dans des conditions limites qu'ils ne sauront plus gérer lorsque leurs compétences seront dépassées. Mais à l'inverse, se pose également la question des conducteurs qui se retrouvent au guidon d'un DRM sans avoir suivi la moindre formation à son usage (cas notamment des 125cc).

Pour mieux comprendre ces aspects comportementaux et le rôle qu'ils jouent dans l'accident, il est nécessaire de dépasser le stade de la seule description -aussi quantifiée soit-elle- des phénomènes, pour arriver à une analyse en compréhension des difficultés que rencontrent les usagers de deux-roues motorisés (DRM) dans leurs interactions avec l'infrastructure, ainsi qu'avec les autres usagers de la route. Il est également indispensable d'étudier les difficultés que rencontrent les autres usagers de la route à l'égard des DRM.

L'accident est le révélateur par excellence des difficultés que les conducteurs n'ont pas été à même de surmonter dans les situations de conduites qu'ils ont rencontrées. L'analyse détaillée des défaillances des conducteurs, des facteurs qui y contribuent et des circonstances accidentelles dans lesquelles elles émergent devrait ainsi apporter des enseignements nouveaux sur les difficultés de conduite des DRM et de ceux qui les rencontrent, et faire ainsi ressortir les scénarios-types d'erreurs relatifs aux accidents impliquant des deux-roues à moteur.

Cette section présente ainsi une analyse approfondie de 383 situations d'accidents impliquant un deux-roues motorisés en confrontation à un échantillon témoin de 1346 situations d'accidents n'impliquant pas de DRM. Les données sur lesquelles s'appuie cette analyse correspondent à des études d'accidents réalisées par des équipes pluridisciplinaires sur la base d'un recueil spécifique sur la scène des accidents. Ces études détaillées d'accidents (EDA) réalisées à des fins de recherche permettent d'appréhender beaucoup plus finement les processus en jeu, et notamment les fonctions humaines impliquées dans la genèse des dysfonctionnements. Ces données ont fait l'objet d'une pondération statistique de façon à mieux refléter l'accidentalité à l'échelon national. Elles sont analysées du point de vue de la spécificité des défaillances d'interaction rencontrées par les conducteurs de DRM que ce soit en confrontation à l'infrastructure (pertes de contrôle) ou à un autre usager, mais également du point de vue de la spécificité des défaillances des automobilistes impliqués dans un accident en interaction avec un DRM.

---

<sup>1</sup> Le lecteur trouvera une description détaillée de cette partie dans l'annexe scientifique R1 du projet 2RM : "Les défaillances d'interaction dans les accidents impliquant un deux-roues motorisé" (Van Elslande et al, 2008a).

## 2.2 Problématique : défaillances de conduite, facteurs et contextes de production

L'analyse qui est développée ici sur la question des deux-roues motorisés s'appuie sur une approche intégrant la Psychologie Cognitive et Ergonomique pour appréhender les phénomènes humains impliqués dans les mécanismes accidentels. En premier lieu, on insistera sur la nécessité de ne pas confondre un problème et son origine, un effet et sa cause, même s'ils sont parfois très liés. Il faut ainsi éviter de faire l'amalgame de sens commun entre "l'erreur humaine" et le "facteur humain de l'erreur", même si l'une découle parfois - et le plus souvent en partie - de l'autre. La notion de défaillance fonctionnelle, présentée ci-après, permet de clarifier l'analyse des dysfonctionnements du système de conduite en précisant bien et de façon opérationnelle les paramètres qui sont en jeu, et notamment les erreurs et leurs facteurs. Une fois réintégrées dans leur contexte de production, ces défaillances fonctionnelles peuvent donner lieu à la constitution de scénarios types qui rendent compte de régularités dans les constructions accidentelles. Leur mise en évidence permettra ainsi de particulariser beaucoup plus finement les difficultés vécues sur la route par les conducteurs de deux-roues motorisés, et par les automobilistes qui les rencontrent.

### 2.2.1 Défaillance fonctionnelle

Cette notion rend ainsi compte de l'échec dans un contexte donné de l'une ou plusieurs des fonctions sensorielles, motrices et cognitives qui permettent habituellement à l'être humain de conduire de manière efficace dans le milieu complexe du système de circulation. La "défaillance fonctionnelle" marque ainsi le point de transition entre une situation plus ou moins efficacement régulée et une situation incontrôlée. Elle signe le point de rupture des procédures adaptatives mises en place par les conducteurs pour compenser les difficultés qu'ils rencontrent dans leur activité, quelles qu'en soient les sources (humaines, environnementales, véhiculaires).

La défaillance fonctionnelle est donc un maillon dans la chaîne de dysfonctionnements qui caractérise tout accident. Dans cette chaîne dysfonctionnelle, on trouvera plus ou moins en amont différentes strates d'éléments qui ont favorisé, les uns en interaction avec les autres, le déclenchement de cette défaillance. Défaillances et éléments explicatifs constituent deux ordres de paramètres qu'il est nécessaire de mettre en évidence de façon bien distincte si l'on veut bien comprendre les tenants et aboutissants des processus accidentels, et ainsi y répondre plus efficacement. On peut déplorer une défaillance, mais le meilleur moyen de la prévenir consistera le plus souvent à agir sur les facteurs qui l'ont produite.

Par ailleurs, la notion de défaillance fonctionnelle permet de rendre compte de différents ordres de dysfonctionnements humains qu'il est également utile de bien différencier : l'erreur, la violation, l'inaptitude.

"L'erreur", tout d'abord, dont il n'est pas inutile de rappeler qu'elle n'est, par définition, pas délibérée. On ne fait pas exprès de se tromper, ou alors ce n'est plus vraiment une erreur. Il n'y aura ainsi erreur que lorsque le sujet n'atteint pas le but souhaité lors de l'exécution d'une séquence planifiée d'activités mentales ou physiques, et lorsque ces échecs ne peuvent pas être attribués à l'intervention du seul hasard.

La "violation" est définie comme la transgression délibérée (mais pas forcément malveillante, ni nécessairement répréhensible d'un point de vue légal) d'un code de comportement établi ou socialement admis pour assurer le fonctionnement en sécurité d'un système potentiellement dangereux (Parker et al., 1995). Dans ce système explicatif, il est également question pour les extrêmes, même s'ils sont plus rares, de comportements délibérément délictueux et qui ont pour volonté de nuire : ils sont qualifiés de "sabotages" par ces auteurs. Ils correspondent à ce qu'on nomme sur la route les actes délinquants -qui sortent des standards de l'insécurité routière plus "classique"-, tels que des courses-poursuites, des recherches de vengeance, etc., comme on en voit peu dans les accidents "normaux" mais que l'on identifie dans certains accidents marginaux (cf. rapport d'annexe scientifique R3 du projet 2RM, Van Elslande et al, 2008b).

En complément de ces différents types de perturbation des fonctions de conduite, la notion de défaillance permet également d'intégrer les problèmes plus diffus qui sont liés aux inaptitudes plus ou moins durables de l'individu à réaliser sa tâche (par exemple : un endormissement, un malaise, une altération ou un dépassement des capacités sensorimotrices et cognitives). Cette dernière catégorie de

défaillances, dites "généralisées", se démarque ainsi des précédentes en ce qu'elle sous-tend la dégradation non seulement d'une fonction, mais d'une grande partie voire de l'ensemble de la chaîne fonctionnelle impliquée dans la conduite : perception, évaluation, compréhension, prévision, décision, action.

Selon le type de défaillance en question dans les accidents, le mode de réponse adapté sera différent, qu'il porte sur le conducteur (par la formation, la sélection, la sanction), sur l'environnement (par l'amélioration de la visibilité, la diminution des différentiels de vitesses, la cohérence des aménagements, etc.), ou sur le véhicule (par la suppression des "angles morts", la tempérance des performances, la mise en place d'aides à la conduite adaptées aux besoins des conducteurs, etc.). Il est donc important de connaître la nature des problèmes que l'on étudie, les éléments qui les expliquent, mais il est également utile de savoir dans quelles circonstances ils se produisent. C'est dans cet objectif qu'une fois identifiées, les défaillances accidentelles sont réinscrites au sein de leurs contextes de production : quels objectifs poursuivaient les conducteurs, dans quelles situations d'interaction ont-ils rencontré une difficulté, caractérisées par quelles exigences, etc. Le regroupement de cas d'accidents qui se produisent dans des conditions similaires au fil de cette trame permettra ainsi la définition de différents scénarios génériques rendant compte des modes de construction de diverses séquences accidentelles typiques des problèmes que l'on étudie. On rend compte plus précisément ci-après de la façon dont les défaillances sont catégorisées et les scénarios-types de leur production élaborés.

### **2.2.2 *Modèle de classification***

L'exploitation croisée de multiples études de cas d'accidents en regard des données de la littérature a amené l'élaboration d'une grille opérationnelle de classification des défaillances fonctionnelles (Van Elslande et al., 1997 ; Van Elslande, 2003) qui s'applique particulièrement aux spécificités des situations dégradées en conduite automobile (cf. Figure 1). Au niveau global des 6 catégories de défaillances dégagées (partie gauche de la figure), cette classification recouvre les grandes étapes fonctionnelles, telles qu'elles sont classiquement mises en évidence dans la littérature, et qui peuvent correspondre à une grande variété d'activités humaines. Au niveau plus spécifique des 20 types de défaillances identifiées (partie droite de la figure), on fait apparaître les particularités des processus engagés dans la dégradation des situations en conduite automobile. Ces défaillances sont présentées par commodité suivant la logique d'un modèle classique du traitement de l'information. Le caractère linéaire de cette présentation ne sous-entend absolument pas que l'opérateur fonctionne lui-même de façon linéaire.

Cette décomposition distingue donc cinq étapes fonctionnelles au sein desquelles on identifie l'incapacité d'une fonction (perceptive, diagnostique, pronostique, décisionnelle, motrice) à dépasser une difficulté rencontrée par le conducteur. Une sixième rubrique renvoie plus à un problème d'aptitude générale que de capacité spécifique à réguler une difficulté : elle rend compte d'une altération de l'ensemble de la chaîne fonctionnelle (i.e. au plan perceptif, cognitif et psychomoteur) qui a rendu le conducteur inapte à gérer la moindre difficulté rencontrée dans son trajet.

### **2.2.3 *Le degré d'implication***

La variable "degré d'implication des conducteurs" définit le rôle joué par le conducteur dans la genèse de l'accident. Proche de la notion de "responsabilité", elle s'en distingue toutefois par l'absence de référence à un code légal et le recours à une analyse strictement comportementale. Suivant une approche ergonomique, on cherche à clarifier le degré de participation respectif des différents usagers impliqués dans un même accident, du point de vue de la dégradation des situations, sans préjuger de la faute attribuable d'un point de vue juridique. Quatre modalités sont ainsi définies :

- Degré 1 : Actif primaire (déclencheur de la perturbation)
- Degré 2 : Actif secondaire (contributeur de la dégradation des situations)
- Degré 3 : Réactif potentiel (confrontés à une manœuvre d'autrui difficilement prévisible)
- Degré 4 : Neutre (passif dans la genèse accidentelle, sans possibilité d'évitement)

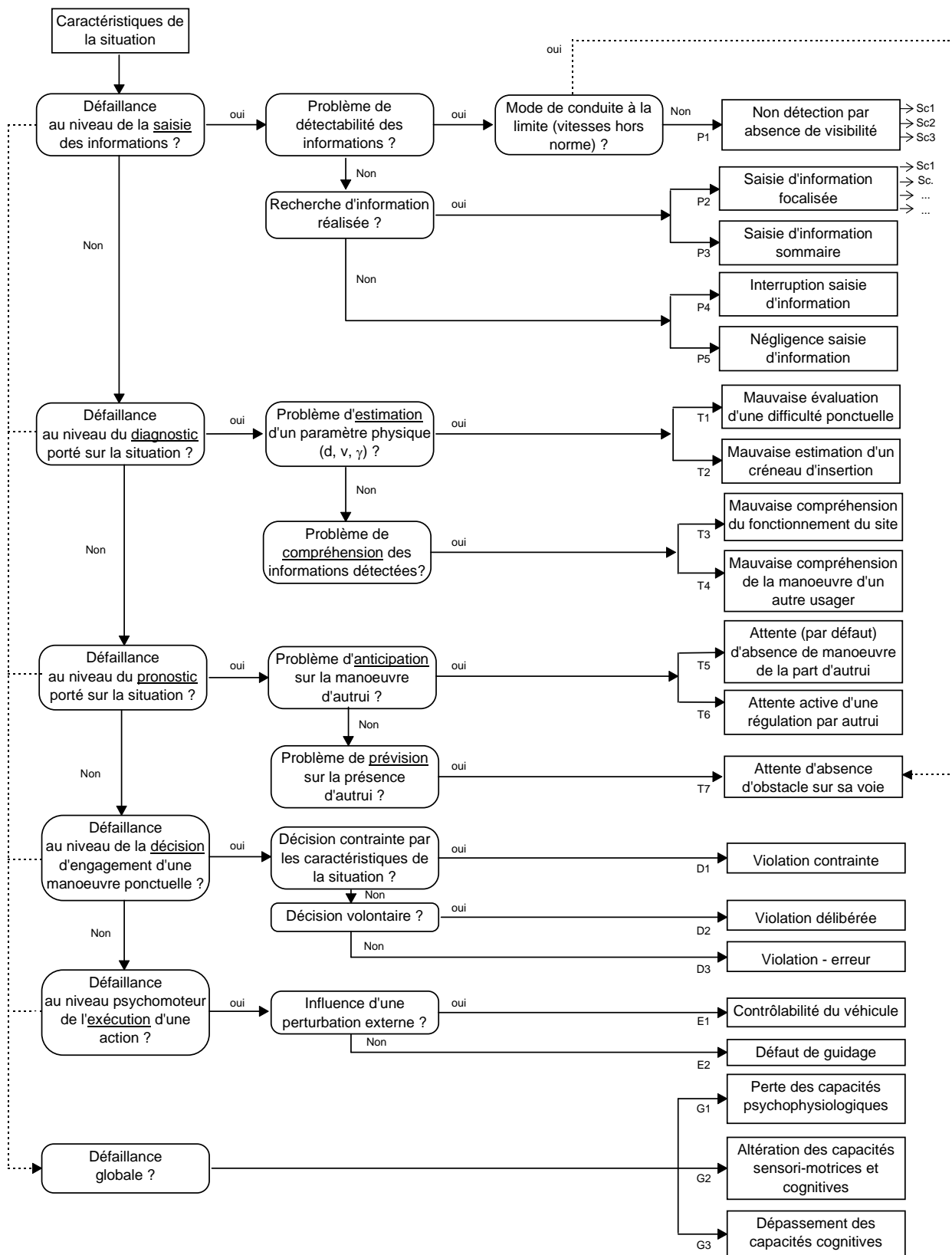


Figure 1 : Modèle de classification des défaillances fonctionnelles (Van Elslande, 2003)

### 2.2.4 Typologie de scénarios-types de défaillances

L'objectif qui sous-tend la définition de scénarios-types de dysfonctionnements est de resituer les différentes défaillances identifiées ci-dessus dans les contextes génériques de leur production. La construction de ces scénarii correspond ainsi à un regroupement d'accidents qui se déroulent dans des conditions très similaires. Ces scénarios décrivent ainsi la genèse globale des défaillances selon un certain nombre de paramètres fédérateurs qui permettent de rendre compte de cette similarité (cf. Figure 2). Mais les accidents qui forment un scénario se rassemblent surtout sur la base d'une ressemblance schématique, d'un "air de famille" (Fleury & Brenac, 2001) qui les regroupe au-delà des éléments décrits ci-dessous.

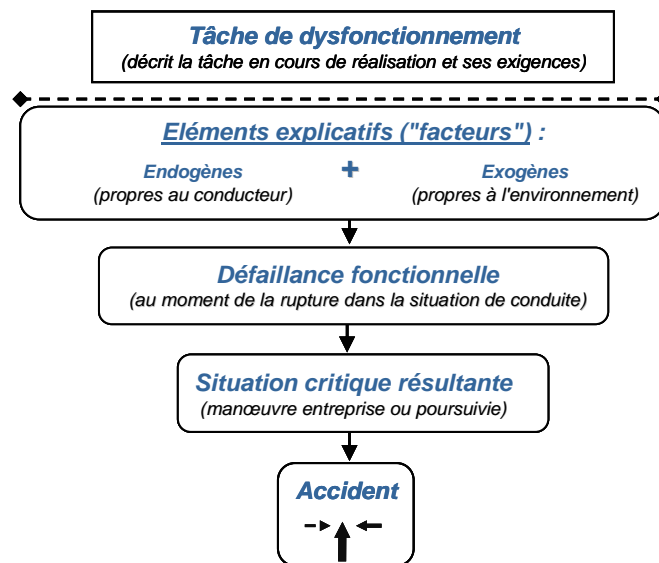


Figure 2 : Structure d'un scénario-type de défaillance

- La situation de pré-accident décrit la tâche de conduite que l'utilisateur cherchait à accomplir, dans laquelle le processus de dysfonctionnement est intervenu, ainsi que les exigences liées à la réalisation de cette tâche "actuelle" du point de vue de la rencontre d'une interaction spécifique avec une autre composante du système (un autre usager de la route, un type de lieu spécifique, etc.).
- Les éléments explicatifs correspondent aux principaux paramètres du contexte de conduite (relatifs à la route, au conducteur, aux autres usagers, aux conditions de réalisation de la tâche) qui ont contribué à l'émergence de la défaillance fonctionnelle de l'utilisateur face à la situation routière à gérer et à ses exigences particulières. Pour une meilleure lisibilité, ces éléments sont identifiés selon qu'ils correspondent à une composante endogène (caractérisant le conducteur) ou à une composante exogène (caractérisant le contexte situationnel). On gardera toutefois à l'esprit que c'est le plus souvent leurs combinaisons qui permettent d'expliquer l'émergence d'une défaillance.
- La défaillance fonctionnelle, à partir de laquelle une situation de conduite préalablement stable va s'orienter vers une situation d'accident.
- L'événement critique résultant de la défaillance fonctionnelle, qui correspond à la mise en œuvre (ou la poursuite) d'une stratégie incompatible avec les paramètres de l'interaction rencontrée, et dont l'impact sera :
- L'accident, caractérisé par une certaine configuration de choc.

Un scénario type de défaillance définit donc la trame des conditions de production d'un ensemble d'accidents qui se déroulent selon un processus similaire : un certain type de défaillance fonctionnelle, qui se produit dans un contexte plus ou moins identique, qui met en œuvre des patterns homogènes de facteurs. Ces scénarios rendent compte de différents modes de construction d'une défaillance fonctionnelle de la part d'un conducteur confronté à certaines difficultés durant son trajet, et vont permettre d'orienter des actions adaptées aux problèmes posés et aux conditions dans lesquelles ils émergent.

## 2.3 Matériel et méthode

Pour mettre en évidence des variables aussi fines que celles qui sont décrites dans le chapitre précédent, nous nous sommes appuyés sur un matériel spécifique : les Etudes Détaillées d'Accident (EDA). Réalisées à des fins de recherche, ces études comportent des données permettant d'aller beaucoup plus loin dans la compréhension des mécanismes accidentels que les données d'accidentologie plus classique (fichiers BAAC, procédures des forces de l'ordre). Ces données ont été exploitées de manière à faire bien ressortir les particularités des accidents impliquant un DRM par rapport à ceux qui n'en impliquent pas.

### 2.3.1 Echantillons étudiés

#### 2.3.1.1 Base des DRM<sup>1</sup>

Deux sous échantillons composent cette base de données :

- Echantillon INRETS-MA : il regroupe 198 cas d'accidents de DRM, eux-mêmes composés de 206 deux-roues motorisés et 157 véhicules tiers (autres que DRM).
- L'échantillon RIDER-CEESAR regroupe également 199 cas d'accidents qui correspondent à 204 impliqués en DRM et 149 usagers autre que conducteur de deux-roues à moteur.

La base initiale d'ensemble est donc de 397 cas d'accident impliquant au moins un DRM. On peut y distinguer 408 usagers de DRM et 306 autres usagers (conducteurs de VL, PL, piétons, etc.). Mais une fois retirés de l'échantillon initial, les cas pour lesquels le codage des variables n'a pas pu être effectué (cas dits "indéterminés" pour cause de données manquantes, peu fiables, etc.) l'analyse a porté sur **384 deux-roues motorisés** et **264 autres véhicules "confrontés"** (sur un total de 375 accidents).

Cet échantillon de 384 conducteurs de DRM se décompose en deux grands sous groupes :

- les conducteurs de motocyclettes (DRM de cylindrée >125cc), qui sont au nombre de 212, soit 55% de l'échantillon des DRM ;
- les conducteurs de cyclomoteurs (DRM de cylindrée <50cc), qui représentent 45% de ce même échantillon (n = 172 cas).

Pour les besoins de l'étude, nous analyserons de manière distincte les accidents issus d'une perte de contrôle et ceux issus d'une interaction entre les impliqués. Sur l'échantillon des conducteurs de DRM, nous avons effectué une décomposition en deux sous groupes d'accidents :

- les conducteurs de DRM impliqués dans des accidents issus d'une perte de contrôle, qui sont au nombre de 81, représentant donc 21% de l'échantillon ;
- les conducteurs de DRM impliqués dans des accidents issus d'une interaction avec un autre usager, au nombre de 303, soit 79% de l'échantillon.

#### 2.3.1.2 Base des usagers confrontés aux DRM

Après pondération, la base de l'ensemble des confrontés aux DRM des cas EDA INRETS-RIDER en contient 306, mais une fois écartés les cas "indéterminés", ils sont au nombre de 264.

---

<sup>1</sup> Les bases des DRM ainsi que celle des confrontés ont été pondérées en fonction des données d'exposition françaises sur les accidents de DRM. Cette pondération a été effectuée en fonction de la catégorie du DRM (motocyclette ou cyclomoteur) et de la catégorie de réseau (urbain ou rural).

Dans cette étude, nous nous focaliserons sur les difficultés des automobilistes confrontés à un DRM, ce qui nous permettra de comparer ces conducteurs à celui de l'échantillon témoin (représentant exclusivement des automobilistes impliqués dans des accidents n'impliquant pas de DRM). Ce groupe représente 218 automobilistes, soit plus de 82% de l'ensemble de l'échantillon des confrontés.

L'analyse de cet échantillon servira à la recherche d'éventuelles spécificités des usagers confrontés aux DRM en comparaison à un échantillon témoin (voir section suivante).

### 2.3.1.3 Base témoin

Cet échantillon est constitué d'une base de 1 174 usagers de la route. Ces impliqués ne sont ni des conducteurs de deux-roues motorisés, ni des conducteurs confrontés à un DRM dans leur accident.

Cette base de conducteurs de VL a été pondérée en fonction de l'âge et du sexe à partir de données d'exposition disponibles pour la France. L'objectif de la pondération étant d'assurer une bonne représentativité de nos échantillons EDA pour plus de validité statistique.

Après pondération, on distingue deux sous-groupes selon les besoins de comparaison aux autres échantillons :

- Le groupe témoin des conducteurs accidentés suite à une perte de contrôle (n = 269), utile pour faire ressortir les spécificités des DRM dans ce même type d'accidents ;
- Le groupe témoin des conducteurs impliqués dans un accident dont l'origine n'est pas une perte de contrôle, au nombre de 905. Ce groupe sert de base de comparaison à la fois pour les conducteurs de DRM accidentés en interaction avec autrui, et pour les conducteurs de VL confrontés aux DRM.

### 2.3.2 Exploitation des données

L'exploitation des données d'EDA s'est appuyée sur l'examen de l'ensemble des variables descriptives contenues dans les dossiers d'accidents élaborés par les équipes de l'INRETS et du CEESAR, sur la lecture des entretiens réalisés auprès des personnes impliquées<sup>1</sup>, ainsi que sur les données de reconstruction cinématique. La grille d'analyse qui servait de support à cette exploitation comprenait les rubriques ci-dessous :

- La situation de pré-accident
- La défaillance fonctionnelle
- Les éléments explicatifs de la défaillance
- Le scénario-type d'accident
- Le degré d'implication des conducteurs

## 2.4 Résultats

On trouvera 4 analyses successives. La première expose les différentes variables étudiées pour l'ensemble des DRM, quel que soit leur format (cyclomoteur ou motocyclette) et quel que soit le type d'accident dans lequel ils ont pu être impliqués. Les sections 2.4.1.1 et 2.4.1.2 distinguent les mécanismes des accidents en pertes de contrôle et des accidents en interaction avec autrui. La dernière section étudie les mécanismes accidentels caractérisant les automobilistes confrontés à un DRM, par rapport au groupe témoin des automobilistes non confrontés à un DRM.

L'ensemble de ces analyses et résultats est décrit en détail dans le rapport d'annexe scientifique R1 du projet 2RM (Van Elslande et al, 2008a). On n'en retiendra ici que les grandes lignes.

### 2.4.1 Mécanismes de défaillances des conducteurs de DRM

Que doit-on retenir de l'analyse des mécanismes de défaillances des conducteurs de DRM accidentés dans leur ensemble ?

---

<sup>1</sup> S'agissant des cas du CEESAR, les entretiens n'étant pas retranscrits, nous avons fait appel aux enquêteurs pour compléter l'information du dossier. Lorsque cette information était jugée insuffisante, le cas était classé "indéterminé".

Tout d'abord, que leurs erreurs sont spécifiques à la conduite de ce type de véhicules. En effet, il apparaît qu'ils commettent plus d'erreurs de pronostic, c'est-à-dire qu'ils ont plus de mal à anticiper l'évolution correcte de la situation que les autres types de conducteurs. Les interactions avec autrui donnent aussi lieu à des problèmes de décision dans les manœuvres à adopter, à un moment et dans des conditions où ces manœuvres ne peuvent s'engager sans une certaine prise de risque. Enfin, leurs défaillances traduisent aussi pour une grande part les difficultés inhérentes au contrôle de leur engin, notamment lorsque les conducteurs doivent faire face à des difficultés liées à l'infrastructure (virage serré, en rupture, etc.) ou à diverses perturbations externes (rafale de vent, influence du passager, flaques d'huile, ou autres).

Des correspondances ont pu être établies entre ces différentes erreurs et les situations dans lesquelles elles surviennent. Ainsi, les problèmes d'anticipation se retrouvent fortement corrélés aux situations de confrontation à un VL non prioritaire, les problèmes de décision se matérialisent dans une forte proportion pour les dépassements critiques, et les difficultés liées au guidage du deux-roues émergent fréquemment des situations sans interaction avec autrui (négociation de virage, guidage en section rectiligne).

Si certaines situations de pré-accident favorisent l'émergence de certains types de défaillances, il existe aussi des rapprochements entre erreurs et facteurs d'erreurs. Les éléments explicatifs des défaillances des conducteurs de deux-roues motorisés les plus fréquemment relevés sont : le manque d'expérience, le choix d'une vitesse trop élevée, l'adoption d'un mode de conduite risqué, la manœuvre atypique de l'autre. Ces caractéristiques sont par ailleurs en cohérence avec les données extraites des exploitations de données représentatives à l'échelon national (cf. Chapitre 4). Des croisements plus fins entre éléments explicatifs et types de défaillances sont proposés dans les sections dédiées à l'étude de leurs pertes de contrôle et de leurs difficultés d'interaction avec les autres acteurs du système de conduite, et donnent ainsi lieu à l'analyse des scénarios-types de leurs différentes défaillances.

Notons toutefois pour clore cette première étape d'investigation que pour l'ensemble des accidents qui les impliquent, les conducteurs de deux-roues motorisés présentent dans plus de 8 cas sur 10 un niveau prépondérant de participation à l'accident (soit en tant qu'actif primaire, soit en tant qu'actif secondaire).

L'ensemble de ces résultats suggère la nécessité de considérer l'échantillon de conducteurs de deux-roues motorisés au moins sous l'angle de deux entités : celle des pertes de contrôle et celle des accidents résultant d'une interaction avec autrui.

#### 2.4.1.1 Mécanismes des pertes de contrôle des conducteurs de DRM

Ont été intégrés au groupe des pertes de contrôle -qu'elles concernent un problème dynamique ou un problème d'état du conducteur- tous les cas d'accidents pour lesquels la perte de contrôle marque le basculement en situation d'accident, sans qu'une interaction avec un autre usager de la route, véhicule ou piéton, ne contribue à cette perte de contrôle du DRM. Les accidents dans lesquels l'incontrôlabilité intervient en aval d'une interaction entre deux usagers ne sont pas comptabilisés dans cet échantillon. Ainsi, on retrouve uniquement dans ce groupe (comme pour l'analyse dynamique réalisée dans la Tâche 2) des cas d'accidents dans lesquels un seul véhicule est en jeu dans le déclenchement de l'accident, même si suite à la perte de contrôle d'autres usagers peuvent être impliqués (ex : cas de perte de contrôle en virage qui se termine en collision avec un véhicule venant en sens inverse). Les pertes de contrôle représentent 21% de l'ensemble des cas d'accidents de l'échantillon total utilisé ici, et concernent dans une proportion plus large les conducteurs de motocyclettes par rapport aux cyclomotoristes. Les données d'analyse quantitative (cf. Chapitre 4) renseignent par ailleurs sur l'importance de considérer ces accidents qui sont particulièrement spécifiques des cas mortels de DRM.

L'analyse des accidents en perte de contrôle suggère une différenciation marquée des défaillances observées chez les usagers de DRM par rapport aux conducteurs de véhicules à 4 roues, avec une plus forte proportion d'erreur d'exécution et de décision, et très peu de défaillances dites globales. En revanche cette première exploitation ne fait ressortir que peu de différences entre motards et cyclomotoristes, en termes de défaillances à l'origine d'une perte de contrôle.

Les situations de pré-accident typiques des pertes de contrôle chez les DRM sont principalement de deux ordres : soit l'usager circule en section rectiligne, soit sa tâche consiste négocier un virage, nécessitant ajustement de la position et de la vitesse en fonction des caractéristiques de la chaussée. Ces deux situations de pré-accident regroupant plus des deux tiers de chacun des effectifs. Dans les deux cas, la tâche de conduite ne peut être qualifiée de complexe et c'est donc du côté des facteurs de défaillance que l'on en apprendra plus sur les raisons de survenue de l'accident.

Les éléments qui ont l'influence la plus marquée dans leurs pertes de contrôle sont listés ci-dessous, pour les motards, puis les cyclomotoristes.

➤ Pour les motards :

- Dans près de 4 cas sur 10 (38.1%), une vitesse adoptée inadaptée à la situation (même si conforme à la limitation) ;
- Ce premier facteur est fréquemment couplé (25.8%) à un comportement dit "à risque" (test du véhicule, transgression volontaire des règles de sécurité, etc.) ;
- Les caractéristiques du tracé (faible rayon de courbure, virage en rupture ou autres) (25%) ;
- La faible expérience de la conduite DRM (25%) ;
- La faible expérience du véhicule conduit (20.6% des cas) ;
- La vitesse, pratiquée au-dessus du seuil de limitation (17.2%) ;
- Les perturbations environnementales telles que les bourrasques de vent, les plaques de verglas, flaques d'huile (17.2%) ;
- Une imprégnation d'alcool importante (supérieure à 0.5 g/l de sang) dans 13.8% des cas ;
- Les aménagements induisant ou rendant possible la conduite à des vitesses supérieures à la législation en vigueur sont relevés (12% des cas). Cette variable se retrouve uniquement pour les motards ;
- Des aménagements atypiques, peu lisibles, compliqués, etc. (notamment les carrefours) (8.6%). Variable seulement identifiée chez les motards.

➤ Pour les cyclomotoristes, les éléments les plus déterminants dans l'apparition de leur perte de contrôle sont pour la plupart identiques à ce qui est observé pour les homologues à moto, mais dans des proportions différentes :

- L'adoption d'une vitesse trop élevée pour la situation est ici relevée dans 55.8% des cas. Elle témoigne globalement de la part des cyclomotoristes d'un manque d'adaptation des vitesses aux conditions de circulation ;
- Cet élément est également combiné avec l'adoption d'une conduite "à risque" dans 27.7% des cas ;
- Il y a chez les cyclomotoristes une influence du niveau d'attention alloué à la tâche de conduite (conduite en mode automatique liée à une forte connaissance du trajet) dans près de 3 cas sur 10 (28.1%) ;
- La faible expérience qu'ont les usagers de la conduite du cyclo (21.8%) ;
- Les caractéristiques de l'infrastructure (22.9%) ;
- La consommation de cannabis (on rappellera que la moyenne d'âge de ces cyclomotoristes en perte de contrôle est de 19 ans) (7.4% des cas) les distingue des motards pour qui cet élément est très peu présent ;
- La visibilité limitée par l'infrastructure (9.6%), qui semble pénaliser plus les cyclomotoristes que les motards ;
- Enfin, l'état dégradé de la chaussée (18.5%) est souvent relevé comme déterminant dans les pertes de contrôle des cyclomoteurs uniquement.

Il semblerait donc que les mécanismes qui conduisent aux pertes de contrôle chez les usagers de motos et de cyclomoteurs sont sensiblement similaires en termes de tâches de conduite à réaliser et de défaillances fonctionnelles, mais différent quant aux facteurs qui provoquent ces défaillances.

### Scénarios-types de défaillance des accidents en perte de contrôle

L'analyse des cas d'accident sous l'angle des scénarios-types de défaillance révèle la manière dont tous ces paramètres se combinent pour former des trames d'accidents spécifiques à ces deux catégories de DRM. L'examen détaillé de ces scénarios tels qu'ils sont présentés dans le rapport d'annexe scientifique (Van Elslande et al, 2008a) permet la mise évidence précise des différentes facettes que peuvent prendre les mécanismes accidentels et qui sous-tendent des possibilités d'actions remédiatrices bien ciblées.

#### ➤ Scénarios communs aux conducteurs de motocyclettes et de cyclomoteurs en perte de contrôle

E1b : Rencontre d'une perturbation externe plus ou moins prévisible (31.9% des cyclos et 19.2% des motos) ;

T1b : Sous évaluation d'un virage pourtant connu (13.3% des cyclos et 10.5% des motos) ;

T1c : Sous évaluation de la difficulté d'un virage dans un contexte de conduite ludique (19.2% des cyclos et 10.5% des motos).

Ces trois scénarios permettent de décrire une forte proportion des pertes de contrôle des motards et de cyclomotoristes (64.4%).

#### ➤ Scénarios des conducteurs de motocycles en perte de contrôle

E1a : Rencontre soudaine d'une perturbation externe (17.5%) ;

E2d : Défaut de guidage du véhicule en situation de forte contrainte dynamique (10.5%) ;

T1a : Sous-évaluation de la difficulté d'un virage non connu (7%).

Ces scénarios font ressortir l'influence des difficultés liées à la rencontre d'un événement imprévu, soudain, que ce dernier soit relatif à l'environnement, à l'infrastructure ou aux capacités dynamiques de la machine.

#### ➤ Scénarios des conducteurs de cyclomoteurs en perte de contrôle

E1b : Rencontre d'une perturbation externe plus ou moins prévisible (31.9%) ;

T1c : Sous évaluation de la difficulté d'un virage dans un contexte de conduite ludique (19.2%) ;

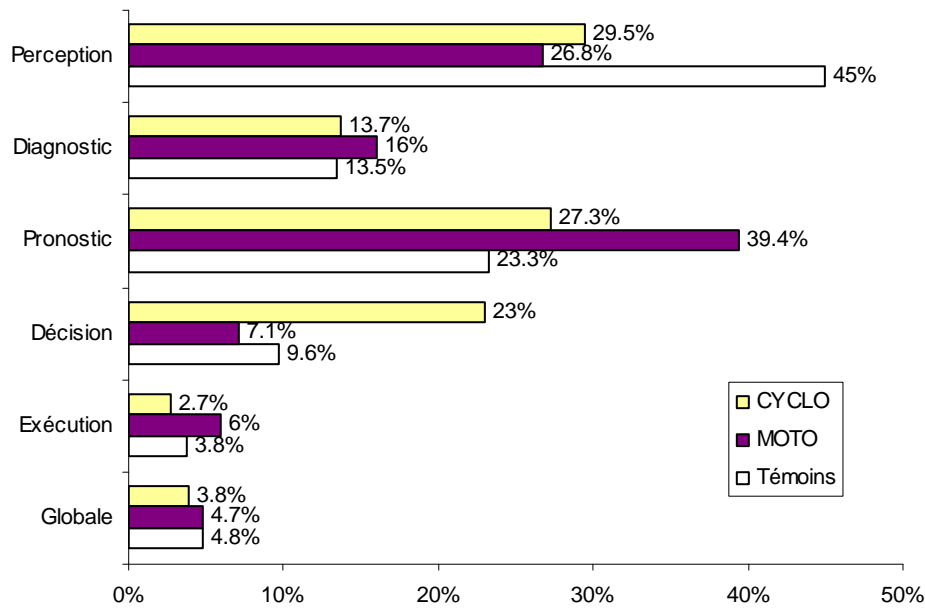
E2a : Interruption du guidage suite au détournement de l'attention vers une tâche annexe (12.2%).

La présence des éléments endogènes (prise de risque, vitesses adoptées, bas niveau attentionnel) est majeure dans les pertes de contrôle des cyclomotoristes. La moyenne d'âge est proche de l'adolescence, et nombre des cas d'accidents semblent y être associés lorsqu'on considère le caractère souvent irréfléchi des comportements déterminants de ces pertes de contrôle.

### 2.4.1.2 Mécanismes des accidents à plusieurs véhicules impliquant un DRM

L'analyse des interactions des deux-roues motorisés avec les autrui rassemble la majorité des usagers DRM recensés dans cette étude (79%), qu'ils soient motards (n = 162) ou cyclomotoristes (n = 141).

On constate à la figure 3, que certaines défaillances leur sont communes (défaillances relatives au pronostic à établir sur l'évolution de la situation ou sur la mauvaise compréhension de la manœuvre de l'autre notamment). Mais des profils d'erreurs distinguent motards, cyclomotoristes et témoins dans les accidents où ils interagissent avec d'autres conducteurs. Ce sont les situations d'anticipation portant sur la manœuvre d'autrui (défaillances T5, T6 et T7) qui mettent le plus en défaut les motocyclistes, ainsi que celles où ils ont à établir un diagnostic sur ce que fait l'autre (T4). En dernier lieu, les défaillances liées aux difficultés d'accès à l'information (P1) sont fréquemment relevées chez ces conducteurs. Chez les cyclomotoristes, une défaillance se démarque fortement. Elle correspond aux prises de décision d'engagement d'une manœuvre contraire aux règles de sécurité (D2), qui est observée dans un cas sur 5. En résumé, comme pour les pertes de contrôle, les fonctions en cause dans les accidents résultant d'une interaction avec autrui distinguent deux-roues à moteur du groupe témoin. Mais à la différence des pertes de contrôle, elles se distinguent également d'un groupe de DRM à l'autre, montrant des spécificités propres aux motards et aux cyclomotoristes dans les erreurs auxquelles ils sont plus particulièrement sujets.



**Figure 3 : Distribution des catégories de défaillances des cyclomoteuristes (n=141) et des motocyclistes (n=162) en comparaison aux conducteurs témoins (n=905) - Accidents issus d'une interaction avec un autre usager**

Il existe également des situations de pré-accident communes aux deux types de DRM mais aussi propres à chacun d'entre eux. Dans la première catégorie, on trouve en majorité les cas de franchissement d'intersection en tant que prioritaire, le DRM étant confronté à un véhicule qui s'engage dans l'intersection. L'autre situation relevée fréquemment chez motards et cyclomoteuristes est le dépassement en condition critique (comprenant également les dépassements dits de "remontée de file"). Plus spécifiquement pour les conducteurs de cyclomoteurs, la circulation en section rectiligne sans contrainte spécifique a été identifiée comme problématique. En parallèle chez les motards, c'est lorsqu'ils qu'ils sont confrontés à un VL non prioritaire qui cisaille le flux qu'ils sont le plus mis en difficulté.

Les facteurs qui expliquent les accidents impliquant des DRM sont divers, mais présentent des profils qui ne diffèrent que peu d'une population à l'autre. En effet, les facteurs importants pour les uns le seront aussi pour les autres, mêmes si les proportions peuvent varier. Ainsi, on trouve que la sur expérience du trajet à réaliser, l'attachement trop rigide au statut prioritaire, l'adoption de vitesses trop élevées pour la situation et le caractère atypique des manœuvres effectuées par autrui sont au cœur de la plupart des accidents des conducteurs de cyclomoteurs et de motos.

Motards et cyclomoteuristes se distinguent par leur niveau de participation aux accidents. En majorité, (48.2% des cas), les premiers contribuent à la dégradation de la situation en ne mettant pas en place les stratégies de régulation nécessaires. Les seconds sont, quant à eux, dans plus de la moitié des cas (53.6%) directement à l'origine de la perturbation accidentogène. Il y a donc une différence marquée entre cyclomoteuristes et motocyclistes du point de vue de leur contribution aux accidents dont ils sont victimes.

### Scénarios-types de défaillance des accidents en interaction avec autrui

➤ Scénarios communs aux motards et cyclomoteuristes en accident d'interaction avec autrui

T5a : Attente erronée du non démarrage d'un véhicule non prioritaire arrêté en intersection (8.2% des cyclos et 9% des motos) ;

P1d : Conducteur surpris par la manoeuvre d'un véhicule non visible en approche (5.5% des cyclos et 10.2% des motos) ;

T4b : Mauvaise compréhension de la manœuvre d'autrui liée à la polysémie des indices émis par l'autre (4.5% des cyclos et 4.8% des motos).

La manœuvre atypique d'autrui est toujours l'élément clé de ces accidents, mais des faiblesses endogènes au conducteur de DRM (attachement trop rigide au statut prioritaire, sur expérience du trajet, vitesse trop élevée du DRM, etc.) ne permettent pas d'y faire face.

➤ Scénarios des motards en accident d'interaction avec autrui

T7b : Préviation d'absence d'interférence sur sa voie (9%) ;

T4a : Mauvaise compréhension de la manœuvre d'autrui liée à l'absence d'indices annonciateurs (5.4%) ;

E1b : Rencontre d'une perturbation externe plus ou moins prévisible (4.2%).

➤ Scénarios des cyclomotoristes en accident d'interaction avec autrui

D2c : Traversée d'intersection "dans la foulée" (10.3%) ;

P3a : Recherche sommaire d'informations lors d'un tourne-à-gauche (4.5%) ;

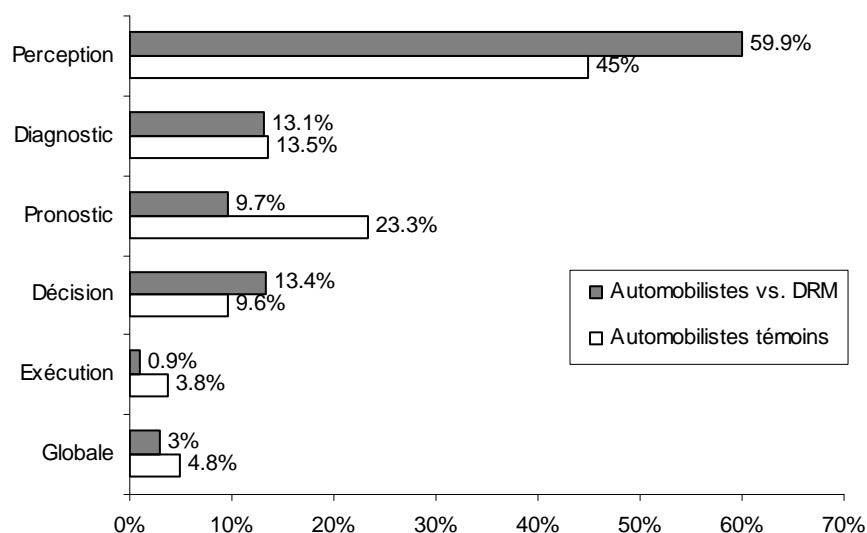
P3b : Recherche sommaire d'information en traversée d'intersection (3.2%).

Les défaillances et leurs contextes d'apparition traduisent une certaine négligence (ou inaptitude liée à l'âge ?) à prendre en compte la dangerosité potentielle des manœuvres engagées.

#### 2.4.2 Mécanismes de défaillance des automobilistes confrontés à un DRM

Des mécanismes d'accidents propres sont aussi observés chez les automobilistes qui se trouvent confrontés à un DRM par rapport à un groupe "témoin" d'automobilistes non confrontés à un DRM.

On observe chez eux (Figure 4) significativement plus de défaillances d'ordre perceptif que chez les automobilistes témoins (59.9% vs 45%), ce qui clairement révélateur d'une surreprésentation des problèmes de détection que rencontrent les automobilistes lorsqu'ils sont confrontés à un véhicule DRM. Un examen plus approfondi des types de DRM auxquels les automobilistes sont en interaction fait état de différences. Ainsi la rencontre d'un cyclomoteur conduit plus souvent l'automobiliste à commettre une défaillance P1 (problème de détection en situation d'accès difficile à l'information), alors qu'être accidenté avec un usager de motocyclette relève plus souvent d'une défaillance P3 (prises d'informations trop sommaires).



**Figure 4 : Distribution des catégories de défaillances des conducteurs confrontés aux DRM (n=218) en comparaison aux conducteurs témoins (n=905) - Accidents issus d'une interaction avec un autre usager**

L'analyse des tâches de conduite révèle tout d'abord que les automobilistes confrontés aux DRM, quels qu'ils soient, rencontrent plus de difficultés lors de la réalisation de manœuvres spécifiques que les

conducteurs de l'échantillon témoin. Mais cette catégorie de situations regroupe surtout les VL confrontés aux motards, alors que les problèmes d'interaction avec les cyclomoteurs s'inscrivent plus fréquemment pendant les traversées d'intersection.

Les éléments explicatifs des défaillances des automobilistes confrontés aux motards ou aux cyclomotoristes sont également distincts, traduisant une fois de plus la multiplicité des mécanismes sous-jacents à ces accidents VL/DRM. Les conducteurs "confrontés" aux cyclos sont plus spécifiquement mis en défaut par des conditions de circulation défavorables : manœuvres atypiques du cyclo, élément de l'environnement masquant la présence du cyclomotoriste, etc.). Les problèmes de visibilité sont par ailleurs récurrents dans les accidents opposant conducteurs de VL et de cyclomoteur. Les automobilistes confrontés aux motos semblent, quant à eux, plus enclins à se faire piéger par les conditions internes qui déterminent la réalisation de leur tâche de conduite, avec l'influence de facteurs tels des défauts attentionnels, liés à une sur expériences du trajet ou de la manœuvre, ou à l'inverse à la faible connaissance qu'ils ont des lieux, aux contraintes situationnelles ressenties par les conducteurs. Les niveaux de vitesse adoptés par les motards contribuent souvent à mettre en défaut ces recherches d'information déficientes des automobilistes.

Comme pour les autres variables, l'étude des niveaux d'implication des conducteurs confrontés aux deux-roues à moteur laisse apparaître un profil spécifique selon que ces automobilistes entrent en collision avec un cyclomoteur ou une moto. Leur contribution à l'accident est particulièrement déterminante lorsqu'ils interagissent avec un usager de motocyclette, alors que les degrés de participation des automobilistes confrontés à un cyclomoteur sont plus disparates.

➤ Scénarios-types des automobilistes confrontés à une motocyclette

P3b : Recherche sommaire d'information en traversée d'intersection (13.4%) ;

P3c : Recherche précipitée d'informations (9.6%) ;

P2a : Focalisation sur un problème directionnel (8.8%) ;

D3a : Engagement inopiné d'une manœuvre de bifurcation (4.8%).

Les défaillances perceptives des automobilistes confrontés aux motos sont étroitement liées aux problèmes de détectabilité du DRM, qu'il s'agisse de détectabilité physique ou relative au comportement de la moto mais aussi en fonction des attentes que l'automobiliste développe sur la présence potentielle d'un DRM dans son environnement (détectabilité cognitive).

➤ Scénarios-types des automobilistes confrontés à un cyclomoteur

P1d : Conducteur surpris par la manoeuvre d'un véhicule non visible en approche (15.4%) ;

P3b : Recherche sommaire d'information en traversée d'intersection (10.9%) ;

P1c : Conducteur surpris par une manœuvre atypique et non visible en approche d'un usager de cyclo moteur (10.1%) ;

T6d : Attente erronée du non arrêt d'un véhicule interférent (4.8%).

Les accidents des automobilistes en interaction avec des cyclomotoristes sont typiquement des collisions en milieu urbain et les mécanismes qui sous-tendent les difficultés de détectabilité des cyclomoteurs sont proches de celles observées pour les interactions avec les homologues à moto, mais qui sont souvent renforcées ici par des manœuvres inopinées de la part du cyclomotoriste.

## 2.5 Discussion

➤ L'analyse de l'ensemble de l'échantillon DRM fait ressortir la nécessité d'aborder l'étude des mécanismes d'accidents des deux-roues à moteur de façon plus fine, en distinguant les types d'accidents et les types de deux-roues.

➤ Ainsi, l'analyse approfondie des pertes de contrôle des usagers de motos d'une part, et des cyclomotoristes d'autre part, permet d'envisager et de mettre en place des actions spécifiques pour les uns et les autres.

Ainsi, les mesures s'adressant aux motards devraient insister sur :

- la présence des dangers sur la chaussée et les difficultés à anticiper ces rencontres ;

- le respect des limitations de vitesses, sans lesquelles les tentatives d'évitement et/ou de récupération sont infructueuses, reste le meilleur moyen de se prémunir contre ce type d'accidents ;
- les difficultés engendrées par les contraintes environnementales et leur répercussion sur le guidage et la contrôlabilité de la moto.

Pour les conducteurs de cyclomoteurs, il y a nécessité à informer les plus jeunes sur :

- les difficultés liées au maniement du cyclomoteur ;
- la connaissance (et la reconnaissance) qu'ils doivent avoir des règles du système de conduite, puisqu'ils en font partie au même titre que les autres ;
- le fait que conduire un cyclomoteur n'est pas anodin (ni un jeu...) et requiert un niveau d'attention optimal et une surveillance de l'ensemble des paramètres du système routier.

➤ Les accidents issus d'une interaction entre motards et/ou cyclomotoristes et un autre type d'usager peuvent présenter, comme pour les pertes de contrôles, des profils différents selon que l'on s'intéresse à l'une ou l'autre de ces catégories de DRM.

Ainsi, on préférera, concernant les motards, insister sur la méfiance nécessaire qu'il s'agit de développer vis-à-vis des événements inattendus que l'on peut toujours rencontrer sur la route, en sachant que l'augmentation de la vitesse augmente les risques de mauvaises surprises ; leur rappeler également que le statut prioritaire n'est pas suffisant pour se prémunir de l'accident. Se sachant vulnérables, ils devraient développer plus de stratégies préventives en se dotant d'une marge espace/temps de sécurité pour parer aux imprévus, même si cela va parfois un peu à l'encontre de la recherche de gain de temps. Et lors de la rencontre d'une situation incertaine, ils devraient également mettre en œuvre des stratégies compensatoires au cas où l'autre ne respecte pas (le plus souvent involontairement !) les règles de sécurité. En bref, minimiser le risque d'accident à DRM implique de rester attentif même dans les lieux et les situations qui sont très familiers, et où l'on considère que tout est sous contrôle par une anticipation trop entachée de certitude et une trop grande confiance dans ses capacités de conduite et de régulation des difficultés.

Chez les usagers de cyclomoteurs, les mécanismes d'accidents semblent intrinsèquement liés à ce qui caractérise les jeunes conducteurs : prises de risque, banalisation des situations de danger, manque de connaissances de règles de sécurité, etc. Les pistes à suivre apparaissent moins clairement. Il faudra peut-être questionner l'impact des éventuelles solutions à mettre en place étant donné le manque de maturité des personnes concernées, tel qu'il ressort souvent de ces accidents. Une prise de conscience effective de la dangerosité potentielle liée à ce mode de déplacement serait à promouvoir chez ces jeunes usagers et les diverses mesures devront être adaptées à ce que l'on connaît du mode de fonctionnement plus global des adolescents.

➤ L'étude des difficultés des automobilistes est également riche d'enseignements. Il apparaît de façon claire que pour ces usagers, la rencontre avec un DRM constitue un événement à part et donc à appréhender comme tel. Par ailleurs, les scénarios-types d'interaction observés chez les automobilistes confrontés aux DRM sont très fédérateurs comparés à ce qui a pu émerger chez les usagers de motos et/ou de cyclomoteurs, ce qui montre un certain systématisme dans les difficultés qu'ils rencontrent à leur égard. Ces données permettent ainsi de conclure que cette rencontre avec l'usager "motard" ou "cyclomotoriste" génère des schémas d'accidents souvent récurrents et ce, malgré la diversité des situations d'interactions.

On retiendra que chez les automobilistes confrontés aux motards, c'est la défaillance P3 (Prise d'information sommaire) qui est le plus souvent identifiée. Les scénarios associés à cette défaillance laissent apparaître des difficultés contextuelles d'accès à la visibilité mais aussi une forte participation de facteurs endogènes (relatifs au conducteur et notamment aux ressources attentionnelles allouées à sa tâche de conduite). Ces résultats suggèrent que, lors de la rencontre avec une moto, les difficultés d'accès à la visibilité seraient éventuellement contournables mais seulement sous réserve d'un niveau d'attention suffisant de la part du conducteur. Il semble donc primordial à la fois de sensibiliser les automobilistes sur ce point et de favoriser la détectabilité des motards qui fait défaut aux conducteurs. Mais il s'agit complémentarément de sensibiliser les motards au fait qu'une vitesse d'approche plus élevée fragilise d'autant les prises d'information des automobilistes.

En ce qui concerne les automobilistes confrontés aux usagers de cyclomoteurs, les solutions sont moins faciles à envisager étant donné le caractère souvent atypique et imprévisible de la manœuvre engagée par le cyclomotoriste. Le niveau d'implication des automobilistes (réactifs potentiels) renseigne d'ailleurs sur leur faible participation à la séquence accidentelle. Dans ces accidents (scénarios-types P1d et P1c) le masque à la visibilité est tel qu'il ne permet pas à l'automobiliste de pouvoir mettre en place une stratégie d'évitement. Pour contrecarrer ce type de collisions, le recours aux aides à la conduite permettant la détection d'usager dans des trajectoires transversales ou dans des conditions de visibilité extrêmement dégradées (fonctions du type "Intersection Control", "Blind Spot Detection", "Night Vision", etc.) peut être considéré comme une solution alternative. Mais compte tenu du faible rayon d'actions applicables aux automobilistes, les mesures orientées vers les cyclomotoristes restent malgré tout à favoriser.

## 2.6 Conclusion

Les différents résultats obtenus au cours de cette analyse en profondeur d'un vaste échantillon d'accidents impliquant un DRM renseignent sur plusieurs points.

Tout d'abord, considérer la population des DRM dans son ensemble ne permet pas d'appréhender leurs mécanismes d'accidents de façon fine et adaptée. Les informations concernant les variables abordées tout au long de l'analyse (défaillances fonctionnelles, situations dans lesquelles elles apparaissent, éléments qui les expliquent, niveaux d'implication des conducteurs à la survenue de l'accident et enfin scénarios-types d'accidents), ne font pas émerger de tendances marquées dans une vue d'ensemble et très vite il y a nécessité de scinder les effectifs d'usagers de DRM en fonction du type d'accident dans lequel ils se trouvent impliqués : les accidents en perte de contrôle (21% des accidents) et ceux issus d'une interaction avec un autre usager (79% des cas).

Grâce à cette première dichotomie, des spécificités apparaissent, non seulement entre conducteurs de DRM et groupe témoin, mais aussi entre les conducteurs de motocyclettes et ceux de cyclomoteurs. Ainsi les pertes de contrôle de DRM trouvent majoritairement leur origine dans un défaut de guidage que l'on peut associer soit à une faiblesse attentionnelle soit à la rencontre d'une difficulté externe. Dans la moitié des cas, les mécanismes provoquant des pertes de contrôle chez les motards et les cyclomotoristes sont proches, mais dans les autres 50% des cas, des différences apparaissent. Les usagers à motos sont plus souvent à une perte de contrôle lors de la rencontre d'un événement imprévu, parfois difficile à anticiper. Une vitesse trop élevée, un bas niveau attentionnel, une sur expérience des lieux, contribuent parfois à l'effet de surprise qui est au cœur de ces accidents. Les facteurs des pertes de contrôle des cyclomotoristes sont différents. L'intervention d'éléments endogènes (prise de risque, vitesses adoptées, bas niveau attentionnel) y est importante. La moyenne d'âge est proche de l'adolescence, et nombre des cas d'accidents semblent y être associés lorsqu'on considère le caractère souvent irréfléchi des processus déterminants de ces pertes de contrôle.

C'est dans leurs interactions avec autrui que les différences émergent le plus entre cyclomotoristes et motocyclistes. Les problèmes des motards sont ici clairement liés à une trop forte confiance dans leurs capacités de pronostic de l'évolution de la situation d'interaction, qui les amène à ne pas envisager d'autres éventualité et les met ainsi en situation de fragilité lorsque leurs attentes sont erronées. Pour les cyclomotoristes, le problème le plus flagrant (un cas sur 5) est correspond aux prises de décision d'engagement d'une manœuvre contraire aux règles de sécurité. Ces différences entre motards et cyclomotoristes expliquent que les premiers contribuent le plus souvent à la dégradation de la situation, alors que les seconds en sont directement à l'origine.

Cette analyse révèle également les difficultés des automobilistes qui leur sont confrontés. De façon déjà bien établie (par exemple dans Maids, 2004), ce sont les problèmes perceptifs qui ressortent le plus massivement. Mais on fait ici ressortir de façon plus fine les particularités des différents types de problèmes perceptifs, en dégagant les défaillances et les lacunes dans les stratégies de prises d'information auxquels ils font référence. Une analyse globale de ces problèmes fait ressortir des tendances différentes selon que l'automobiliste se retrouve en interaction avec une moto ou un cyclomoteur. Dans le premier cas de figure, on voit plutôt les problèmes endogènes se combinent aux difficultés contextuelles d'accès à l'information et rendent la détection de la moto inopérante. Dans le deuxième cas, le comportement du cyclomotoriste vient s'associer aux masques à la visibilité de telle

sorte qu'il rend quasiment impossible la localisation de cet usager débouchant d'un endroit inattendu (derrière un bus, en dépassement par la droite, d'un sens interdit, etc.).

La méthode d'investigation des défaillances fonctionnelles, des différents paramètres qui y sont afférents, et des scénarios-types d'erreurs associés, constitue donc un outil opérationnel pour rechercher les processus et les mécanismes au cœur des accidents. Elle permet également d'orienter l'analyse en fonction des distinctions qui apparaissent pertinentes au fur et à mesure de l'exploitation des résultats et nous a ainsi conduit à considérer les différents types de DRM et d'accidents dans le cas où ces distinctions présentaient un intérêt.

La recherche des défaillances fonctionnelles a également permis de faire émerger dans certains des accidents de DRM (et notamment ceux où ils interagissent avec d'autres usagers) les difficultés liées à leur détectabilité, telles qu'ont pu en faire état les défaillances perceptives des automobilistes. Ces résultats ouvrent de nouvelles pistes de recherche à ne pas négliger, sachant qu'ils relèvent de mécanismes complexes et subtils. En effet, les données obtenues ici suggèrent que ces phénomènes de détectabilité des DRM sont multiples et relatifs non seulement aux caractéristiques physiques du deux-roues à moteur (hauteur, surface frontale, etc.) mais dépendant complémentaiement du comportement adopté par le conducteur de DRM, et même des attentes que peut avoir l'automobiliste quant à la rencontre du deux-roues dans son environnement.

Enfin, on n'aura de cesse de rappeler que, quelles que soient les orientations prises, mesures, solutions, etc. évoquées dans la discussion, il s'agit d'optimiser le souci d'adaptation de ces diverses perspectives au type d'accident que l'on cherche à prévenir et à l'usager que l'on cherche à cibler. Ces accidents peuvent ainsi relever de mécanismes d'accidents différents, parfois même opposés, et les actions à engager avec les uns pourraient s'avérer au mieux inefficaces, sinon contre-productives, si elles étaient trop systématiquement transposées aux autres.

## 3 La dynamique des accidents : Comportement du couple conducteur-DRM en situation d'urgence (Tâche 2)<sup>1</sup>

### 3.1 Problématique et objectifs

Le comportement dynamique des deux-roues à moteur est spécifique et complexe en comparaison de celui des véhicules à quatre roues, plus simple et surtout mieux connu. Les idées reçues associent les DRM aux notions de faible encombrement, faible masse, vivacité en accélération comme en freinage et laisse donc imaginer une bonne maniabilité, ainsi qu'une bonne capacité d'évitement. Les statistiques d'accidents actuelles semblent plutôt infirmer cette idée. L'implication des DRM dans les Études Détaillées d'Accidents (EDA) tend à montrer que les DRM sont difficilement maniables et/ou manoeuvrables sous fortes sollicitations dynamiques et sous forte contrainte de temps, conditions caractéristiques de toute situation d'urgence réelle.

Il s'agit dans cette tâche d'analyser les cas d'accidents EDA de l'INRETS en décrivant les manœuvres tentées par les conducteurs de DRM et les comportements effectivement constatés tout au long de la phase de situation d'urgence. L'objectif principal de cette recherche est donc d'améliorer les connaissances sur le comportement du couple conducteur-DRM en situation d'urgence et ce, afin de mieux comprendre comment le conducteur pourrait être assisté pendant cette phase de conduite délicate (et toutefois rare) et quelle pourrait être l'influence de changements de comportements sur la production ou la gravité des accidents.

### 3.2 Matériel : les Études Détaillées d'Accidents

Le département MA de l'INRETS réalise depuis le début des années 1980, et de façon continue depuis 1992, des analyses très détaillées d'accidents de la circulation routière. L'objectif général de ces Études Détaillées d'Accidents (EDA) est l'étude des processus de dysfonctionnement du système routier, la détermination des causes et des conséquences des accidents à partir de recueils de données approfondies sur la scène même de l'accident. La méthode consiste à recueillir un maximum d'informations sur les trois composantes du système conducteur - véhicule - infrastructure afin d'identifier quels ont été les dysfonctionnements : le mécanisme de construction de l'accident (Ferrandez et al., 1995). Une attention particulière est portée sur les interactions complexes entre ces trois composantes. Les EDA font ainsi appel à de multiples disciplines telles que : la psychologie, la mécanique théorique, le génie civil, la médecine, etc.

La banque de données EDA de l'INRETS comporte aujourd'hui plus de 800 cas recueillis depuis 1992, impliquant tous types d'usagers.

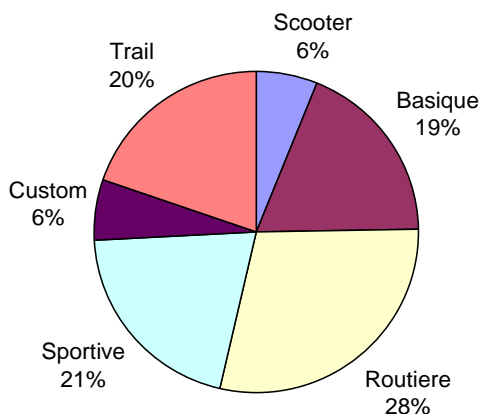
#### 3.2.1 Descriptif de l'échantillon de cas EDA

La base de données EDA contient 161 accidents impliquant au moins un deux-roues motorisé (DRM) sur un total de 838 accidents analysés en détail entre 1992 et 2007, soit 19% de la totalité des accidents. Ces 161 accidents ont impliqué 164 DRM au total répartis selon les catégories administratives suivantes : 65 cyclomoteurs, 19 motos légères (MTL), 78 motocyclettes ou "motos" moyennes et lourdes (MTT1 et 2), 1 moto de cross et 1 pocket-bike (non homologuées).

Si l'on observe uniquement les accidents impliquant au moins une moto légère ou une motocyclette, soit 97 accidents impliquant 97 DRM (hors cyclomoteurs) on constate que 66 sont de type "Basique", "Routière" ou "Sportives", soit 68%, et 25 sont de type "Trail" et "Custom", soit 26%. Les Scooters ne représentent que 6% (Figure 5).

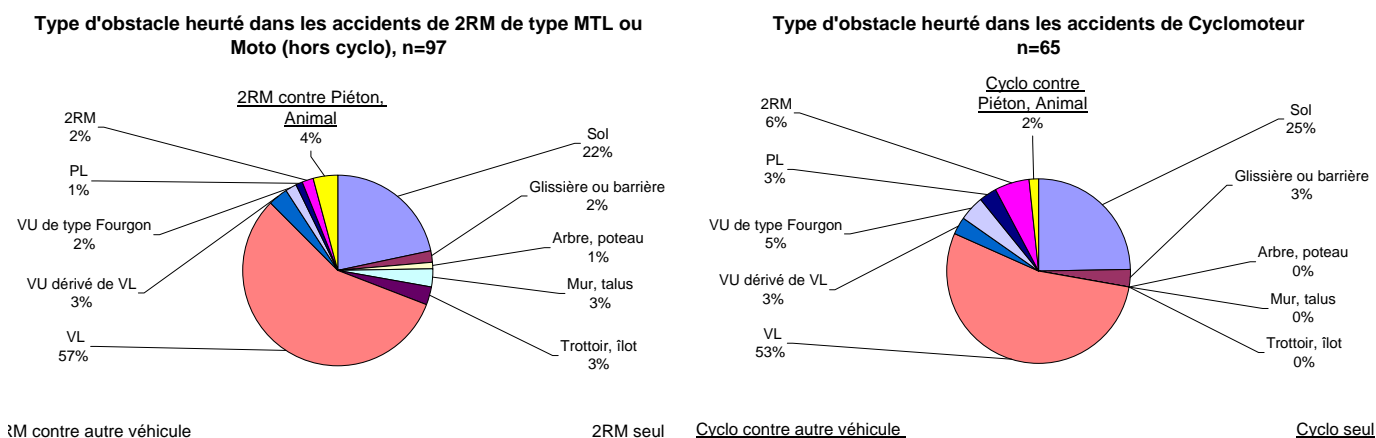
---

<sup>1</sup> Le lecteur trouvera une description détaillée de cette partie dans l'annexe scientifique R 2 : "La dynamique des accidents : Comportement du couple conducteur-DRM en situation d'urgence" (Perrin et al, 2008).



**Figure 5 : Répartition par types de DRM**

Sur ces 97 accidents, 30 impliquent un DRM seul (sans autre véhicule) soit 31%. Concernant le type d'obstacle principal heurté, le sol représente 22% (n=21) de ces 97 accidents, un obstacle fixe (poteau, arbre, glissière...) 5% des cas (n=6). Parmi les accidents impliquant plusieurs véhicules, 65% des cas (n=63), le deuxième véhicule en cause est de type "automobile" (VL) dans 55 cas soit 57% (Figure 6, partie gauche).

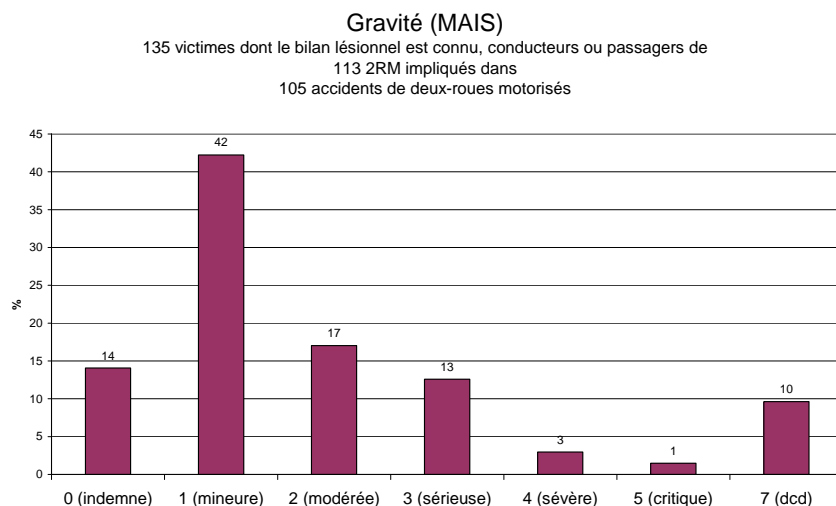


**Figure 6 : Comparaison de la répartition des types d'obstacle heurtés entre les motos (légères et lourdes) et les cyclomoteurs**

Si l'on observe les obstacles heurtés par les cyclomoteurs, (Figure 6, partie droite), on constate que la répartition accident véhicule seul, accident contre un autre véhicule motorisé passe de respectivement 31% et 65% pour les MTL et Motos, à 28% et 70% pour les cyclomoteurs. Cette différence peut s'expliquer par le fait que les cyclomoteurs ont des vitesses de circulation inférieures à celle des MTL ou Moto et qu'ils circulent principalement en agglomération. On dénombre au total 4 accidents impliquant un DRM et un piéton, 3 MTL ou Moto et 1 cyclomoteur.

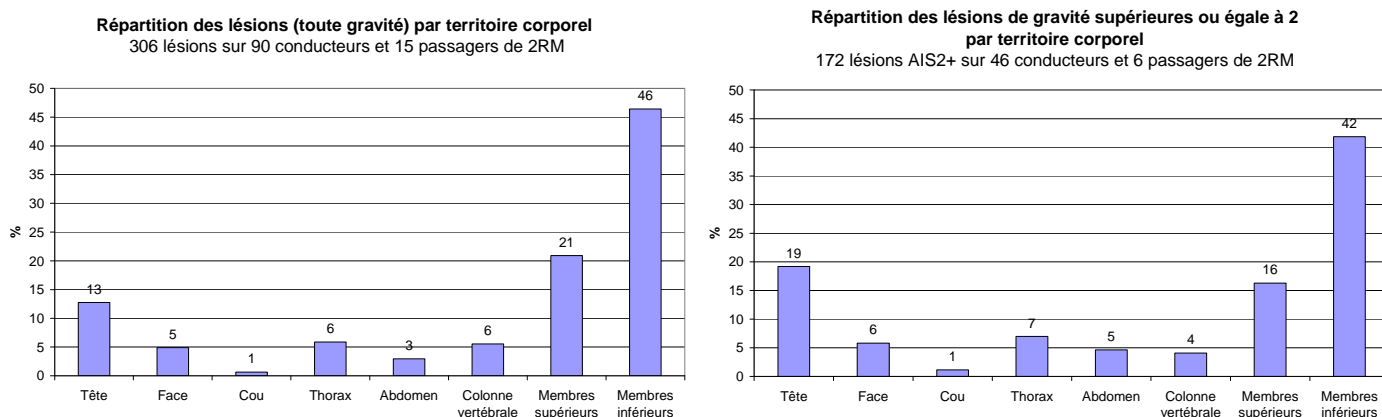
200 usagers de DRM ont été impliqués dans les 161 accidents de DRM soit un taux d'occupation pour 164 DRM de 1.22 personnes/DRM. Le codage des lésions, d'après le bilan médical à l'admission dans les services d'urgence, de ces 200 usagers a été mis à jour dans la base EDA. Le codage utilisé est l'Abbreviated Injury Scale version 1990 (AIS90). Les cas EDA recueillis jusqu'en 1994 ne comprennent pas ces informations. Si ces dernières années le taux de renseignement est de 100% cela n'a malheureusement pas toujours été le cas. Ainsi dans la totalité des EDA impliquant un DRM, 135 usagers soit 67.5% ont un bilan lésionnel connu (113 DRM impliqués dans 105 accidents).

La répartition de la gravité des lésions de ces occupants de DRM est décrite dans la Figure 7.



**Figure 7 : Répartition de la gravité (MAIS) des lésions des usagers de DRM**

Si l'on considère maintenant parmi ces usagers uniquement ceux qui ne sont pas indemnes, la répartition de ces lésions, toutes gravités confondues selon le territoire corporel concerné est présentée en partie gauche de la Figure 8.



**Figure 8 : Répartition des lésions selon le territoire corporel**

L'analyse de la répartition des lésions dont la gravité est supérieure ou égale à 2 par segment corporel est présentée dans la partie droite de la Figure 6. En excluant ainsi les lésions mineures, on constate une légère augmentation de la proportion des lésions de la tête et une légère diminution de la proportion des lésions des membres inférieurs et supérieurs.

### 3.2.2 Échantillon de cas EDA utilisé pour ces travaux

Cette recherche est basée sur l'analyse spécifique d'un sous échantillon de 50 cas d'accident impliquant au moins un DRM, aléatoirement choisis parmi les 161 cas disponibles.

## 3.3 Méthode utilisée pour l'analyse des cas d'accidents

### 3.3.1 Le modèle séquentiel de l'INRETS

L'accident est un événement qui se construit par étapes successives. Chaque accident EDA impliquant un DRM est analysé en séquences (Brenac, 1997). Cette méthode consiste à décomposer l'accident selon un modèle séquentiel qui va rendre compte des différentes étapes du processus de construction de l'accident :

- Dans une première phase, *situation de départ*, on rend compte des conditions de réalisation du trajet (objectifs, choix de l'itinéraire, contraintes de temps, etc.)
- La *situation de conduite* ou *d'approche* est celle dans laquelle se trouve le conducteur avant qu'un problème ne se manifeste. C'est la situation "normale" ou "stable", qui se caractérise pour le conducteur par la mise en œuvre d'une tâche spécifique dans un contexte donné, avec certains objectifs, certaines attentes, etc.
- La *situation d'accident* ou *rupture* correspond au moment, où une rupture se produit par rapport à la séquence précédente, c'est-à-dire un événement imprévu qui va faire basculer le conducteur vers une *situation d'urgence*.
- La *situation d'urgence* est la période pendant laquelle le conducteur va tenter de revenir à la situation normale en engageant une manœuvre d'urgence, c'est-à-dire une tentative de récupération.
- La *situation de choc* est la phase de dissipation d'énergie au cours de laquelle se produisent les lésions (collision, échappement, éventuellement chocs secondaires).

L'intérêt de ce découpage est qu'il permet de reconstituer de manière homogène les différentes étapes séquentielles des accidents, il rend possible la mise en place d'analyses transversales sur plusieurs accidents par confrontation des différentes étapes de leur déroulement.

Dans cette recherche, notre attention est portée principalement sur la *situation d'urgence* : manœuvres envisagées, réalisées, comportement réel constaté. Elle est souvent caractérisée par de fortes contraintes d'espace et de temps et de ce fait, nécessite l'utilisation délicate de tout le potentiel dynamique du véhicule (fortes sollicitations du conducteur et de son véhicule). Garder le contrôle d'un DRM en *situation d'urgence réelle* (inattendue) est extrêmement difficile. L'observation du comportement du couple conducteur-DRM en *situation d'urgence*, ne peut se faire sans analyser les conditions de début et de fin de cette phase de l'accident. De ce fait, pour connaître ses conditions initiales nous observons aussi la *situation d'accident* : configuration de l'infrastructure, conditions initiales de chacun des véhicules impliqués, position, vitesse, notion de crédit d'espace et de temps... De même nous étudions la situation de choc, terme de la *situation d'urgence*, lorsque qu'aucune manœuvre n'a permis d'éviter l'accident : description des conditions d'entrées de choc (vitesses), des configurations de chocs (positions, angles). Le bilan lésionnel est également examiné.

### 3.3.2 Reconstruction d'accident impliquant un DRM

Avant d'analyser spécifiquement chaque accident de notre échantillon, nous avons procédé à la reconstruction de chaque cas en chiffrant l'évolution dans le temps des paramètres cinématiques de chaque mobile. Les reconstructions d'accidents n'impliquant que des automobiles font appel à des connaissances et des méthodes connues, diffusées et éprouvées (Lechner, 1986). Il n'en est pas de même pour les accidents impliquant des DRM pour lesquels les connaissances font plutôt défaut, les publications sur ce sujet étant beaucoup plus rares. De ce fait, les accidents impliquant des DRM ne sont pas souvent reconstruits dans la base EDA-INRETS, ou alors de façon très approximative (estimation "experte"). Nous avons principalement utilisé deux sources documentaires : un guide réalisé par les équipes du projet MAIDS (2000) à partir d'une synthèse bibliographique, et des rapports de crash tests réalisés par Priester, Weyde, Baumruck (2001-2004).

### 3.3.3 Analyse spécifique

Une méthode d'analyse et un codage spécifique ont été mis au point. Ce codage est joint en Annexe du rapport scientifique R2 du projet 2RM (Perrin et al., 2008). Il comprend des variables qualitatives, des variables quantitatives et des champs de texte libre permettant une description écrite du déroulement de l'accident selon le modèle d'analyse séquentiel de l'accident présenté précédemment.

- *Situation de conduite* ou *d'approche* : temps vitesses distances...
- *Rupture* ou *Situation d'accident* : identification de l'élément créant la *rupture* et du type d'accident (perte de contrôle ou pas), temps, vitesses et distances...
- *Situation d'urgence* : perte de contrôle, manœuvre d'évitement tentée d'après les déclarations des conducteurs impliqués, effectivement constatées, manœuvre "idéale" selon notre diagnostic.
- *Situation de choc* : configuration, vitesses...

### 3.3.4 Difficultés

Une des premières difficultés a été de mettre au point une méthode d'analyse et un codage adaptés aux accidents de type perte de contrôle et à ceux impliquant plusieurs usagers.

La définition d'un accident de type perte de contrôle a été précisée dans des travaux antérieurs (Michel et al., 2005) pour des accidents impliquant tous types de véhicules. Nous avons adopté la même définition (comme dans la Tâche 1 décrite au chapitre précédent) et nous appellerons donc perte de contrôle tout type d'accident dans lequel seul le conducteur du DRM intervient dans le basculement en situation d'accident (rupture) même si ensuite au cours de la situation d'urgence une collision se produit avec un autre véhicule. Autrement dit, c'est l'absence d'interaction avec tout autre usager au moment de la rupture qui détermine si l'accident est de type perte de contrôle. À ne pas confondre avec les nombreux cas d'accidents de DRM au cours desquels la perte de contrôle a lieu en situation d'urgence. Certains cas sont difficilement classifiables même avec des données très détaillées de type EDA. À quelle catégorie d'accident appartient le cas où un conducteur de DRM perd le contrôle de son DRM dans un virage et vient percuter un VL circulant en sens inverse ? Tout dépend de la rupture. Le conducteur entre trop vite dans un virage (rupture => perte de contrôle), il a freiné de manière inadaptée, il a chuté, et a percuté le VL. Ou bien, le conducteur arrivait dans un virage il a été surpris par le VL venant en sens inverse (rupture => croisement), a freiné de manière inadaptée, a chuté et percuté le VL... La différence est ténue, son diagnostic fait appel à des données précises (notamment d'interview) ainsi qu'à l'expertise des analystes.

Nous avons également rencontré des difficultés pour identifier l'événement créant la rupture et surtout pour déterminer quantitativement l'instant auquel elle survient surtout pour les accidents de type perte de contrôle. La méthode est bien précisée dans la littérature (OCDE 1984), et synthétisée par Brenac (1997) : *"la rupture est définie d'un point de vue extérieur et caractérise l'accident dans sa globalité (...). En pratique (...) il faut chercher à répondre à la question suivante : Si l'on voyait l'accident se dérouler, vu d'avion, à partir de quel moment, de quel événement ou conjonction d'événements, pourrait on dire que l'on bascule dans une condition très dégradée (qui va, sauf manœuvre extrême, conduire au choc) ?..."* D'un point de vue qualitatif, la méthode est "simple", mais d'un point de vue quantitatif, l'identification de l'instant auquel le système bascule en situation d'urgence est délicate. À quel instant peut-on dire qu'un conducteur de DRM qui aborde un virage à une vitesse élevée entre trop vite dans un virage ? Au moment où il entre dans le virage, ou plutôt au moment antérieur où il ne pourra réduire sa vitesse jusqu'à une valeur "normale" (vitesse définie par la production d'une accélération transversale de 5 m/s<sup>2</sup>, calculée à partir du rayon de courbure du virage) que par une manœuvre de type forte sollicitation (freinage supérieur à 5 m/s<sup>2</sup>). Nous avons retenu ici la deuxième option et essayé de définir des critères "objectifs" de basculement en situation d'urgence. Nous avons choisi un seuil de sollicitation dynamique (transversal comme longitudinal) de 5 m/s<sup>2</sup> définissant la limite entre sollicitation "normale" et "forte" sollicitation (Lechner, 1993).

La réalisation des reconstructions cinématiques des accidents a été une tâche difficile. La première difficulté concerne la définition de l'origine "temps" et "distance". Pour les accidents de type collision, la situation d'urgence commence à la rupture et finit lorsqu'il y a collision avec l'autre véhicule, même s'il y a chute lors de la réalisation d'une manœuvre d'urgence. Nous prenons habituellement l'origine du temps et des distances au moment et à l'endroit où le conducteur du DRM (ou le DRM et son conducteur s'ils sont solidaires) heurte l'autre véhicule. Pour les accidents de type perte de contrôle, la situation d'urgence commence à la rupture et finit théoriquement lorsqu'il y a chute aux premières traces de grattage sur la chaussée. L'origine du temps est tout de même choisie lorsque le conducteur du DRM (ou le DRM et son conducteur s'ils sont solidaires) heurte le premier obstacle après sa chute sur la chaussée. Il y a donc souvent une phase de glissade entre la chute au sol et le choc contre ce premier obstacle qui ne fait pas partie de la situation d'urgence puisque la perte de contrôle ne peut plus être évitée, mais qu'il est intéressant d'analyser pour des problèmes de protection des usagers de DRM. En effet, cette phase de glissade peut permettre de protéger l'usager avec des systèmes de protection actifs de type gilet Air Bag et il serait dommage de l'exclure de notre analyse.

La méthode de reconstruction cinématique des accidents nécessite l'évaluation quantitative de l'énergie dissipée par la production des déformations sur les véhicules. Si pour les automobiles, cette tâche délicate est relativement bien documentée dans la littérature internationale, il n'en est pas de même

pour les DRM. Nous avons principalement utilisé les rapports d'essai et les vidéos de crash tests de Priester, Weyde, Baumruck (2001-2004). Malgré ces documents très intéressants, la question de l'évaluation de ces énergies reste un point difficile. Nous avons également été confronté à quelques cas complexes où le conducteur du DRM se sépare de son véhicule avant l'impact, nous avons alors décidé de nous focaliser sur sa cinématique et non pas celle de son véhicule.

De même, la méthode de reconstruction est basée sur l'affectation de coefficient d'accélération ou de décélération aux différentes séquences du mouvement de chaque mobile, les longueurs et durées de ces séquences étant également à déterminer. Pour les automobiles, le choix de ces valeurs s'appuie en partie sur les relevés de traces de pneumatiques laissées sur la chaussée ou ses abords (tout au moins avant que ces véhicules ne soient équipés de système de freinage antibloquant ou ABS). Mais les traces de pneumatiques sont rarement présentes sur les scènes d'accident impliquant des DRM. Les systèmes de freinage des DRM dissocient généralement le freinage appliqué sur la roue avant de celui appliqué sur la roue arrière. Si une trace est longue (>2 m environ), elle sera affectée à la roue arrière. Si cette trace est courte, elle pourra être affectée à la roue avant et elle sera alors souvent suivie de traces de grattage indiquant la chute consécutive à ce blocage de roue avant. Même en présence d'une longue trace de pneumatique signifiant un blocage de la roue arrière du DRM, nous ne disposons souvent d'aucun indice sur l'utilisation simultanée du frein avant et le choix du coefficient de décélération peut alors varier du simple au double. Le choix de ces paramètres ne s'appuie donc que rarement sur des indices matériels mais sont déterminés au vu de l'ensemble des données contenues dans le dossier d'analyse EDA : les indices relevés sur le véhicule, sur la scène (configurations des lieux) et bien sûr les entretiens avec les impliqués.

### 3.4 Résultats

Les résultats présentés ici sont illustratifs des exploitations réalisables à partir de la base de données ainsi constituée. Ils sont basés sur l'analyse de 50 accidents, leur robustesse devra bien évidemment être renforcée dans le futur par l'analyse de cas supplémentaires.

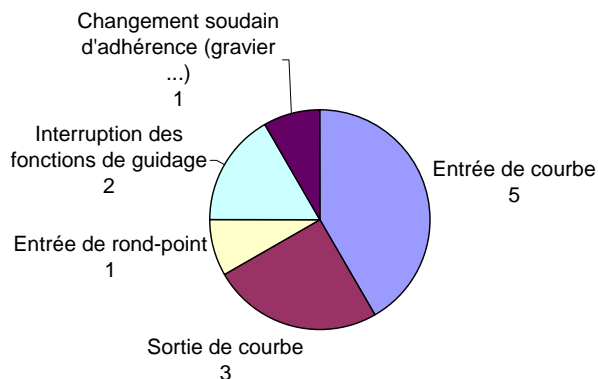
#### 3.4.1 Les accidents de type "perte de contrôle"

Rappel : un accident de type "perte de contrôle" est un accident dans lequel seul le conducteur du DRM intervient dans le basculement en situation d'accident (rupture) même si ensuite au cours de la situation d'urgence il y a une collision avec un autre véhicule.

Les accidents de type perte de contrôle représentent 24 % (n=12) de notre échantillon. Ces 12 accidents ont impliqué 7 cyclomoteurs et 5 motos (cylindrée > 125 cm<sup>3</sup>). 4 cyclomoteurs sont de type à boîte de vitesse mécanique ("semblable" à des motos), 3 sont de type scooters. Concernant les motos, 4 sont de type routière et 1 de type basique.

Comme dans nos travaux de recherche antérieurs sur les pertes de contrôle en courbe (Michel, 2005), nous avons distingué les pertes de contrôle de type dynamique pour lesquelles l'accident est lié principalement au dépassement des capacités dynamiques du système conducteur-véhicule-infrastructure, de celles où intervient plutôt un problème de guidage (interruption des fonctions de guidage). Seuls 2 cas sur 12 de notre échantillon de DRM correspondent à une perte de contrôle de type guidage. Ces deux cas d'accident impliquent des cyclomoteurs.

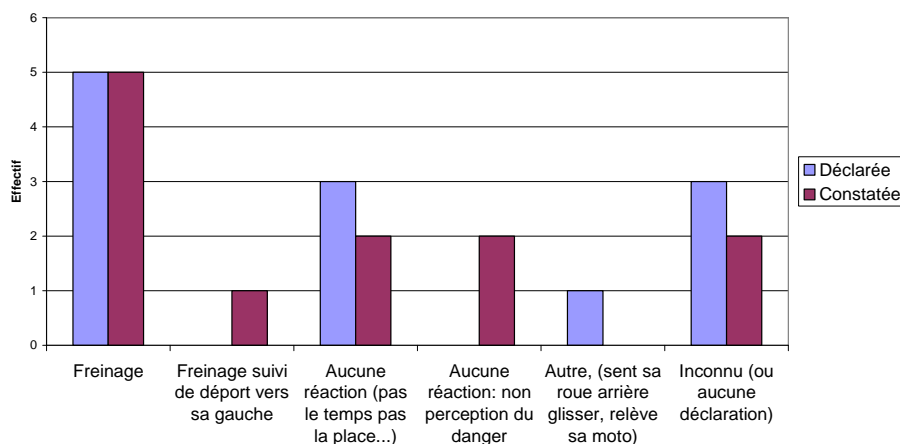
L'observation des vitesses en situation d'accident (au moment de la rupture) montre que les motocyclettes dépassent en moyenne la vitesse réglementaire de 15 km/h (n=5). L'évènement ayant créé la rupture est décrit sur la Figure 9.



**Figure 9 : Description de l'évènement créant la rupture (pour les accidents de DRM de type perte de contrôle)**

La distance moyenne parcourue pendant la situation d'urgence, entre la rupture et le premier choc (hors choc contre la chaussée), est de 50 m et la durée moyenne de cette phase est de 3.3 s. Toutefois, sur ces 12 accidents, 8 conducteurs ont chuté avant de quitter la chaussée et d'heurter un obstacle. Dans ces 8 cas, la distance moyenne parcourue entre la rupture et la chute est de 35 m et la durée moyenne de cette phase est de 1.8 s.

La Figure 10 présente les manœuvres réalisées en situation d'urgence telles qu'elles ont été déclarées par les conducteurs. Elles sont confirmées ou infirmées par l'analyse détaillée de tous les éléments de chaque dossier d'accident. La manœuvre la plus fréquente pour ces cas de perte de contrôle est bien évidemment la manœuvre de freinage.



**Figure 10 : Description des manœuvres en situation d'urgence d'après les déclarations des conducteurs et d'après les résultats de l'analyse détaillée (pour les accidents de DRM de type perte de contrôle)**

La détermination des manœuvres d'évitement possibles est une étape très délicate pour les accidents de type perte de contrôle. Dès que le niveau de sollicitation dynamique en situation d'approche et a fortiori d'urgence est élevé, et c'est souvent le cas dans ce type d'accidents, il est souvent impossible de juger objectivement si une manœuvre aurait pu permettre d'éviter l'accident.

Nous avons vu que 2 cas sur 12 ont fait intervenir une interruption des fonctions de guidage (un conducteur de cyclomoteur qui regarde longuement derrière lui pour voir si ses collègues le suivent et un autre qui mange des pâtisseries en conduisant). Dans ces 2 cas ne faisant pas intervenir de fortes sollicitations dynamiques, une simple reprise des fonctions de guidage pendant la situation d'urgence aurait permis d'éviter l'accident.

Dans 1 cas sur 12, le conducteur surpris par le virage a effectué une mauvaise manœuvre (freinage d'urgence) alors que le franchissement du virage était simplement possible à un niveau de sollicitation "acceptable".

Dans les 9 autres cas les conducteurs étaient proches de la limite dynamique du système conducteur-véhicule-infrastructure au moment de la rupture et en situation d'urgence. De ce fait, l'identification de manœuvres d'évitement efficaces n'est pas possible de façon objective et fiable. Nous ne disons pas qu'aucune manœuvre en situation d'urgence n'aurait pu permettre d'éviter l'accident mais que, compte tenu du potentiel dynamique déjà utilisé au moment de la rupture, ces conducteurs de DRM ont connu une phase d'urgence difficile, voire impossible à exploiter pour éviter l'accident. Parmi ces cas on notera: 1 cas de dépassement et roulage sur gravillon, 1 cas d'entrée en courbe sur chaussée mouillée et donc glissante, 1 cas d'entrée en courbe en condition de visibilité réduite (brouillard), 1 cas en sortie de giratoire en courbe qui se referme, 1 cas en entrée de giratoire, 2 cas en courbe qui se referme, 2 cas en courbe.

Même si c'est une évidence, on se doit de rappeler que, si aucune manœuvre d'évitement ne nous est apparue comme adéquate et évidente pour ces 9 derniers cas, une meilleure régulation de la vitesse d'approche aurait permis de ne pas basculer en situation d'urgence et d'éviter ainsi ces accidents...

Nous avons vu précédemment que sur ces 12 cas de perte de contrôle, une chute survenait pendant la situation d'urgence dans 8 cas. Dans 5 cas, la présence d'un dispositif d'assistance à la conduite de type freinage antibloquant (ABS) aurait a priori pu permettre d'éviter la chute, de mieux utiliser le potentiel dynamique du système et probablement d'éviter l'accident.

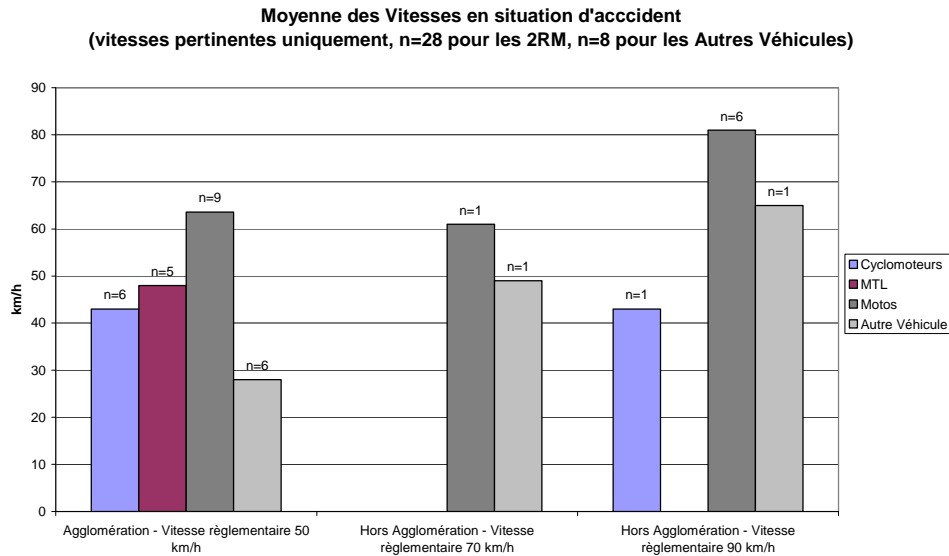
### 3.4.2 Les accidents avec "interaction" multi usagers

Rappel : un accident de type "interaction" est un accident dans lequel le conducteur du DRM est en interaction avec au moins un autre usager au moment de la *rupture* : du basculement de la *situation de conduite en situation d'urgence*, qu'il y ait ensuite collision avec un autre véhicule ou pas.

Les accidents de type interaction représentent 76% (n=38) de notre échantillon. Parmi ces 38 cas, 28 ont eu lieu en agglomération soit 74 %, le reste étant hors agglomération. À noter que nous n'avons aucun cas sur autoroute. Les catégories administratives des véhicules impliqués sont des *cyclomoteurs* dans 12 cas (10 en agglomération et 2 en dehors) soit 32%, des *motos légères* (cylindrée < 125 cm<sup>3</sup>) dans 7 cas (tous en agglomération) soit 18% et enfin des *motos* dans 19 cas soit 50 % (12 en agglomération et 7 en dehors).

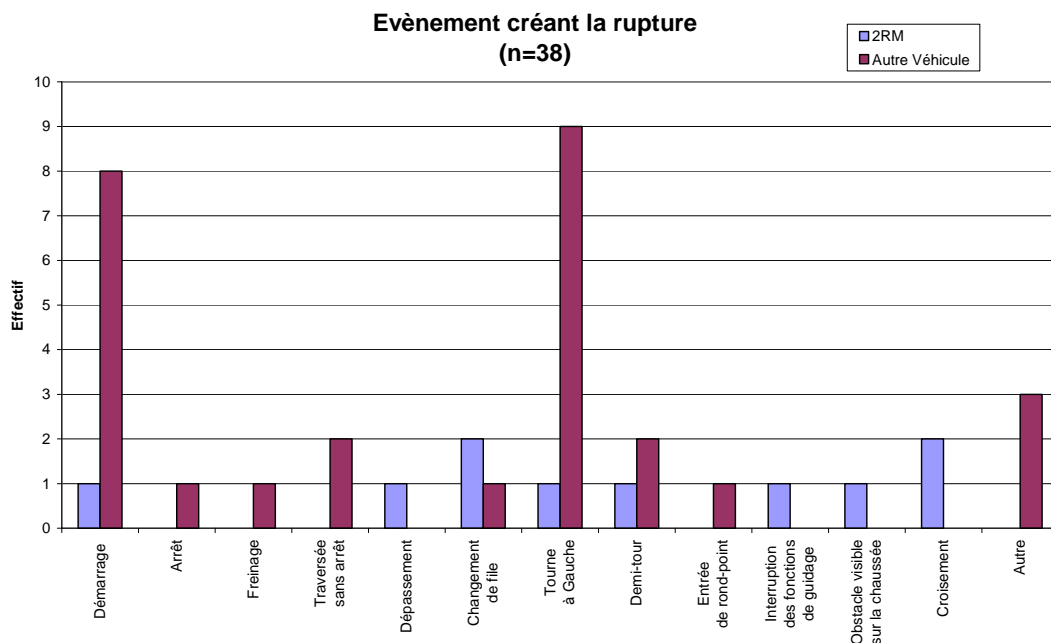
Les 12 *cyclomoteurs* impliqués dans ce type d'accidents se répartissent de la manière suivante : 9 de type *scooter* et 3 de type *traditionnel*, alors que pour les accidents de type perte de contrôle nous avons 4 cyclomoteurs à *boîte de vitesse mécanique* et 3 *scooters*. Les *MTL* et *Motos* impliquées se répartissent de la manière suivante : 6 *Routières*, 6 *Sportives*, 5 *Basiques*, 5 *Trails*, 3 *Customs* et enfin 1 *Scooter*. Alors que pour les pertes de contrôle nous avons, 4 *routières* et 1 *basique*.

L'observation des vitesses en *situation d'accident* (qui est aussi la vitesse au moment du basculement en *situation d'urgence*) est présentée Figure 11. Afin de ne pas calculer des vitesses moyennes aberrantes, nous avons choisi d'éliminer certains types d'accidents impliquant des manœuvres particulières, exécutées à très faible vitesse comme par exemple : demi-tour, démarrage après un arrêt, manœuvre pour se garer... De même, nous avons exclu les cas impliquant des DRM qui ne sont mécaniquement pas capables d'atteindre les vitesses habituellement pratiquées sur les lieux de l'accident (cyclomoteurs non débridés circulant hors agglomération...). En agglomération (vitesse réglementaire de 50 km/h), la vitesse moyenne des DRM au moment de la *situation d'accident* est d'environ 43 km/h pour les cyclomoteurs, 48 km/h pour les MTL et 64 km/h pour les motos, enfin les autres véhicules impliqués ont eux une moyenne de 28 km/h. En rase campagne, les motos circulent en moyenne à 81 km/h au moment du basculement en *situation d'urgence* (vitesse réglementaire de 90 km/h).



**Figure 11 : Moyenne des vitesses en situation d'accident pour les 2RM et pour l'Autre Véhicule impliqué en fonction du type d'environnement et de la vitesse réglementaire (pour les accidents de type *interaction multi usagers*)**

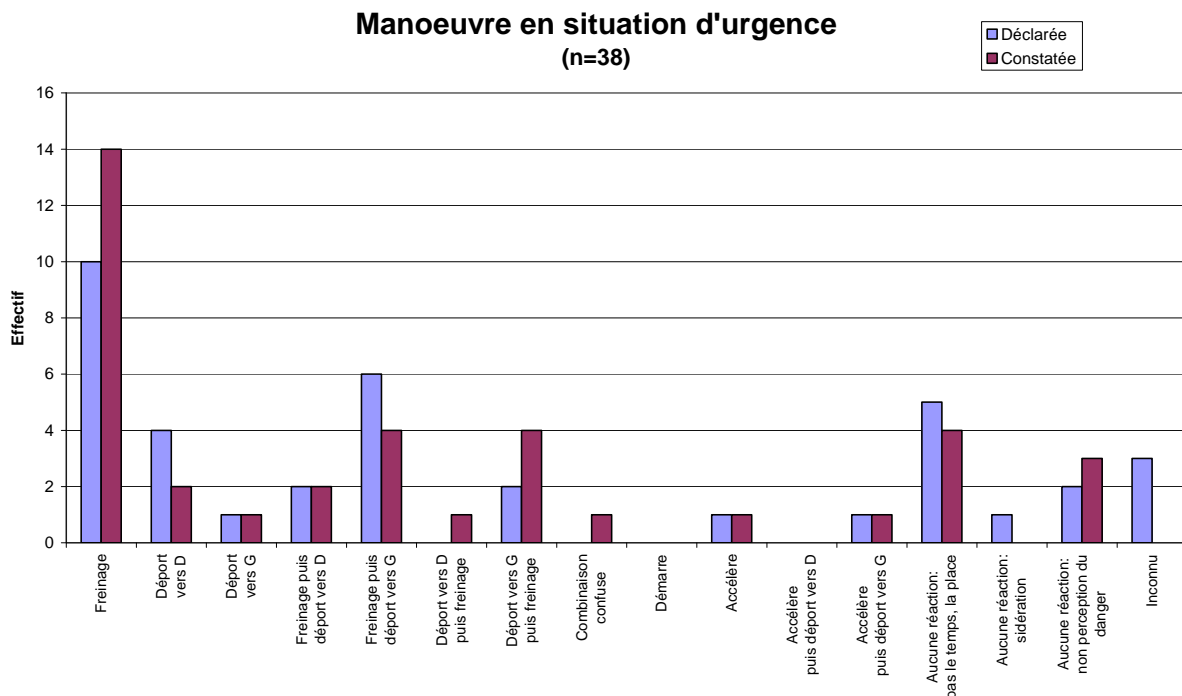
L'évènement ayant créé la rupture est décrit sur la Figure 12. Le conducteur du DRM est à l'origine de l'évènement ayant créé la rupture dans 10 cas sur 38 soit 26%. Dans les autres cas, c'est l'autre usager qui est à l'origine du basculement du système en situation d'urgence. Les deux évènements les plus fréquents sont : l'autre usager engage une manœuvre de tourne à gauche 24% (n=9) ou un démarrage 21% (n=8).



**Figure 12 : Type d'évènement faisant basculer le système d'une situation de conduite en situation d'urgence (pour les accidents de type *interaction multi usagers*)**

La distance moyenne parcourue pendant la *situation d'urgence*, entre la *rupture* et le premier choc (hors choc contre la chaussée), est de 27 m pour les DRM (contre 50 m pour les pertes de contrôle) et de 7 m seulement pour l'autre véhicule impliqué. La durée moyenne de cette phase est de 1.9 s (contre 3.3 s pour les pertes de contrôle). Le crédit d'espace et de temps disponible pour rattraper la situation est donc beaucoup plus réduit pour les accidents de type *interaction* que pour les accidents de type *perte de contrôle*. L'espace disponible est largement plus important pour les DRM que pour les autres

véhicules impliqués dans le même accident. Sur ces 38 accidents, 5 conducteurs ont chuté pendant la *situation d'urgence* avant d'heurter l'autre véhicule (ou un obstacle) soit 13%. Dans ces 5 cas, la distance moyenne parcourue entre la *rupture* et la chute est de 23 m et la durée moyenne de cette phase est de 1.4 s.



**Figure 13 : Description des manœuvres en situation d'urgence d'après les déclarations des conducteurs et d'après notre analyse (pour les accidents de type *interaction multi usagers*)**

La Figure 13 présente les manœuvres réalisées *en situation d'urgence* telles qu'elles ont été déclarées par les conducteurs, puis confirmées ou infirmées par notre analyse. La manœuvre la plus fréquente pour ces cas d'accident avec interaction multi usagers est toujours la manœuvre de freinage (n=10 d'après les déclarations de l'impliqué et n=14 d'après notre analyse). Nous avons jugé qu'aucune manœuvre n'était possible par manque de temps ou d'espace dans 4 cas. Globalement, les manœuvres de déport latéral combinées ou pas avec du freinage sont vers la gauche dans 10 cas contre 5 vers la droite.

Si l'on observe la manœuvre d'urgence "idéale" que le conducteur aurait pu réaliser pour essayer d'éviter l'accident, celle qui selon notre analyse avait le plus de chance de permettre le rattrapage de la situation, on constate que l'accident était évitable par la mise en œuvre d'un freinage d'urgence efficace (sans blocage et sans chute) dans 3 cas sur 38, soit 8%. Dans ces 3 accidents, les conducteurs des DRM avaient choisi cette manœuvre d'évitement mais ils n'ont pas réussi à la mettre correctement en œuvre. Une manœuvre combinée freinage déport (vers la droite ou la gauche) a été identifiée comme la plus "appropriée" dans 11 cas supplémentaires. Ce qui fait un total de 14 cas soit 37% des accidents de type interaction pour lesquels un système d'assistance au freinage d'urgence de type ABS pourrait avoir une influence positive.

Les déports latéraux vers la droite (éventuellement combinés à des freinages) ont été identifiés comme la manœuvre d'évitement la mieux adaptée dans 8 cas sur 38 soit 21%. Le déport nécessaire est alors inférieur ou égal à 0.5 m dans 3 cas, compris entre 0.5 et 1 m dans 1 cas supplémentaire, mais atteint des valeurs nettement plus conséquentes (de 1.2 à 3.5 m) dans les autres cas. On notera que dans ces 8 cas, 2 conducteurs de DRM n'ont pas réagi, 2 ont uniquement freiné, 2 se sont déportés vers la droite sans combiner correctement avec un freinage ou une accélération et 2 ont choisi la manœuvre que nous avons jugé la plus pertinente.

Les déports latéraux vers la gauche (éventuellement combinés à des freinages) ont été identifiés comme la manœuvre d'évitement la mieux adaptée dans 22 cas sur 38 soit 58%. Le déport nécessaire

est alors inférieur ou égal à 0.5 m dans 5 cas, compris entre 0.5 et 1 m dans 7 cas supplémentaires, mais atteint des valeurs nettement plus conséquentes (de 1.2 à 5 m) dans les autres cas. On notera que dans ces 22 cas, 3 conducteurs de DRM n'ont pas réagi, 8 ont uniquement freiné, 1 uniquement accéléré, 4 se sont déportés vers la gauche sans combiner correctement leur manœuvre avec un freinage ou une accélération, et 5 ont choisi la manœuvre que nous avons jugé la plus pertinente. Enfin un seul conducteur a effectué une manœuvre de *déport vers la droite puis freinage* alors que nous avons identifié comme optimale la manœuvre de *freinage puis déport vers la gauche*.

En le combinant éventuellement à un freinage ou très rarement à une accélération, le déport nécessaire (indifféremment vers la droite ou vers la gauche) pour éviter la collision était de moins de 0.5 m dans 8 cas sur 38, soit 21% des accidents de type interaction multi usagers. Dans 37 de ces 38 cas, le conducteur a choisi pour son déport latéral le côté que nous avons jugé le plus opportun.

### 3.5 Discussion et perspectives

La méthode d'analyse mise au point et la base de données spécifiquement créée constitue un socle pour des travaux de recherche à venir. Les premières exploitations basées sur l'analyse de 50 cas d'accident donnent des résultats intéressants. Bien évidemment, l'analyse de cas supplémentaires est nécessaire pour obtenir une meilleure robustesse de ces résultats et pour pouvoir mener à bien des exploitations plus fines.

De façon générale, il apparaît que les accidents impliquant un DRM sont très difficiles à comprendre, à expliquer et à reconstruire pour plusieurs raisons :

- les DRM ont un comportement dynamique très spécifique, ils sont relativement instables et sensibles à des perturbations même infimes qui n'auraient pas eu de conséquences significatives pour un véhicule à quatre roues. En effet, le DRM peut devenir instable pour de multiples raisons : sollicitations particulières de la part de son conducteur et/ou de la chaussée (déformation du revêtement, changement d'adhérence même très ponctuel, gravillons, gasoil...), accord des suspensions (avant et arrière, de nombreux réglages sont possibles), usure particulière des pneumatiques (désaccord avant/arrière), désaccord des types de pneus de niveaux de performance différents avant/arrière (gomme "hypersport", "sport", "tourisme", etc.), température des pneus et/ou de la chaussée, etc. Les commandes d'un DRM sont très sensibles : seuls des mouvements de faibles amplitudes sont nécessaires et suffisants pour conduire un DRM, faible braquage, faible effort sur les leviers ou pédale de frein...
- les DRM regroupent sous cette appellation unique une très grande diversité de types de véhicules (des cyclomoteurs aux motocyclettes lourdes, des scooters, des trails des hypersportives...) présentant de grandes différences de comportements dynamiques. De même leurs comportements au choc varient aussi significativement. De plus, très peu de publications présentant des résultats de crash-test de DRM sont disponibles, même au niveau international. Ces données font défaut pour valider les reconstructions ou même seulement chiffrer l'énergie dissipée par la production des déformations...

La manœuvre ou l'évènement créant la *rupture*, provoquant le basculement en *situation d'urgence* ne constitue qu'une étape dans le temps et qu'un élément contributif parmi d'autres dans le déroulement interactif des accidents. Même si tous types d'accidents confondus (n=50) les conducteurs de DRM ne sont à l'origine de l'évènement qui crée la *rupture* que dans 44% des accidents (n=22), l'utilisation importante du potentiel dynamique du DRM, en situation de conduite (normale), rend la gestion de la moindre *situation d'urgence* très délicate. Les capacités maximales du système conducteur-DRM-infrastructure semblent rapidement atteintes et le moindre imprévu conduit à une *situation d'urgence*, à une perte de contrôle et/ou à une situation de choc.

Dans 8 cas sur 50 (5 de type *perdes de contrôle* et 3 de type *interaction*), soit 16%, la présence sur le DRM d'un dispositif d'assistance à la conduite en *situation d'urgence* de type freinage antibloquant (ABS) aurait a priori pu permettre d'éviter la chute, de mieux utiliser le potentiel dynamique du système et probablement d'éviter l'accident. Une manœuvre combinée freinage déport (vers la droite ou la gauche) a été identifiée comme la plus "appropriée" dans 11 cas supplémentaires (*de type interaction*). Ce qui fait un total de 19 cas, soit 38% des accidents pour lesquels un système de freinage antibloquant pourrait avoir une influence positive sur le déroulement de l'accident.

Pour les accidents de type *interaction* multi usagers, dans 37 de ces 38 cas, le conducteur a choisi pour son déport latéral le coté que nous avons jugé le plus opportun. Par ailleurs, 8 accidents sur 38 (21%) auraient pu être évités par un déport latéral d'une amplitude de moins de 0.5 m. Une telle manœuvre peut paraître a priori simple à réaliser, mais les capacités d'évitement du système conducteur-DRM-infrastructure n'ont pourtant pas permis de l'accomplir.

Si les systèmes d'aide à la conduite en *situation d'urgence* se développent assez rapidement pour les automobiles (freinage antibloquant ABS, aide au freinage d'urgence AFU, contrôle électronique de trajectoire ESP, etc.) il n'en est pas de même pour les 2RM qui semblent pourtant en avoir grandement besoin. Un système de freinage antibloquant paraît nécessaire pour assister les conducteurs de 2RM lorsqu'ils sont confrontés à une réelle *situation d'urgence*. Cela pourrait leur permettre d'éviter la chute et faciliter la réalisation de manœuvres de déports latéraux.

## 4 Analyse comparative de procédures d'accidents mortels et non mortels (Tâche 3)<sup>1</sup>

### 4.1 Introduction

On insiste souvent sur le sur risque de la population des conducteurs de DRM d'être impliqué dans un accident mortel comparé aux autres usagers de la route. Cependant, nous ne devons pas négliger la part des accidents non mortels de DRM qui constituent plus de 95% des accidents corporels des DRM. De plus, il est important de noter que la part des blessés graves des conducteurs de DRM est la plus importante par rapport à celle des autres usagers.

En termes d'accidentologie, nous avons donc voulu différencier les mécanismes d'accident des conducteurs de deux-roues motorisés (DRM) selon qu'ils sont impliqués dans un accident non mortel ou mortel. Pour cela, nous effectuerons, dans un premier temps, une étude statistique quantitative puis dans un second temps, nous réaliserons une étude qualitative des configurations accidentelles les plus caractéristiques.

### 4.2 Enjeu et problématique

Cette étude accidentologique « quantitative approfondie », complémentaire de l'analyse « clinique » que constituent les études détaillées d'accident (Tâche 1) a deux objectifs principaux. D'une part, établir une distinction potentielle entre les accidents mortels et non mortels des DRM sur la base d'une investigation approfondie d'un échantillon d'accidents représentatif au plan national. D'autre part définir et exploiter des Configurations Accidentelles Récurrentes aux deux-roues motorisés pour une meilleure prise en compte de la diversité des accidents de DRM, utile pour les actions de prévention en sécurité routière. Ces configurations seront construites sur la base de regroupements de cas qui se produisent dans des circonstances similaires. Elles visent à faire ressortir des régularités, des récurrences dans les circonstances accidentelles.

### 4.3 Etat de l'art

Les études relatives à l'accidentologie des DRM restent relativement pauvres comparées à celles concernant les voitures de tourisme, et ont été beaucoup axées sur le casque dans un but d'améliorer la sécurité des conducteurs. De plus, peu d'études tiennent compte de l'interaction entre les différents véhicules impliqués, ce qui constitue l'élément central de notre analyse. Pour ce qui est des grandes données statistiques nationales, nous nous baserons essentiellement sur les études réalisées par l'Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière (ONISR). On apprend ainsi que :

- 23% des tués dans un accident de la route en France sont des conducteurs de DRM. Les motocyclistes (16.3% de tués) sont plus représentés que les cyclomotoristes (6.7% de tués) (ONISR, 2006).
- 60% à 70% des tués dans un accident de DRM ont moins de 30 ans. C'est aussi la tranche d'âge la plus exposée quel que soit le DRM (entre 45 et 55%).
- Près de 17% des accidents de DRM sont sans tiers en cause. La proportion du nombre de tués dans ce type d'accident passe à 35%, avec une part plus importante concernant les motocyclistes (près de 38% de tués contre 29% pour les cyclomotoristes).
- Les accidents de DRM se déroulent plus en milieu urbain, cependant c'est hors agglomération que les accidents de DRM sont plus graves (notamment pour les motocyclettes).
- Depuis le début des années 2000, nous observons une baisse de la vitesse des motocyclistes sur l'ensemble des réseaux. Cependant, les vitesses moyennes pratiquées par les motocyclistes sont toujours supérieures à celles des conducteurs de véhicules légers quel que soit le type de réseau.

---

<sup>1</sup> Le lecteur trouvera une description détaillée de cette partie dans l'annexe scientifique R3 : "Analyse comparative de procédures d'accidents mortels et non mortels" (Van Elslande et al, 2008b).

- L'absorption de stupéfiant (alcool, drogue ou médicament) augmente le risque d'accident, plus encore pour les DRM que pour les conducteurs de véhicules légers ayant le même niveau d'intoxication.
- Le casque constitue l'équipement de protection le plus étudié dans les différents travaux de recherche visant à améliorer la sécurité des conducteurs de DRM. Son utilité a été reconnue pour la réduction des blessures à la tête et son utilisation a été largement adoptée par les conducteurs de DRM.

#### 4.4 Matériel et méthode

L'étude se fonde sur l'exploitation détaillée d'un échantillon représentatif de procès verbaux dressés par les forces de l'ordre, ainsi que l'utilisation de données capitalisées dans les Bulletins d'Analyse des Accidents Corporels de la circulation routière. Cette méthode permet de disposer d'un grand nombre d'accidents à exploiter et donc de donner, d'un point de vue statistique, une vision assez fidèle de la réalité accidentelle. Cette étude repose sur une analyse accidentologique impliquant une lecture attentive de l'ensemble du procès verbal pour chaque accident étudié afin d'y relever les variables pertinentes pour la recherche. Ces informations sont ensuite inscrites dans un tableau rendant compte d'environ 70 variables par conducteur impliqué, s'inspirant notamment des données BAAC qui ont été vérifiées et modifiées en cas d'erreurs de codage ou d'omission. En revanche, l'exploitation de ces Procès-Verbaux (documents qui ne sont pas destinés à des travaux de recherche) ne nous permettra pas de disposer d'une analyse aussi fine que celle des EDA (reconstitutions précises, identification fine des défaillances de conduite, etc.), même si l'on cherche à s'en rapprocher le plus possible. Cette analyse est donc complémentaire de celle qui a été réalisée dans les chapitres précédents.

Nous avons donc constitué deux groupes statistiquement représentatifs d'accidentés tirés aléatoirement sur l'ensemble des Procès-Verbaux en France impliquant des conducteurs de DRM de 2001 à 2003 :

- le groupe « non mortel », représentant 514 conducteurs de DRM impliqués dans 500 accidents dans lesquels aucun usager n'a été tué ;
- le groupe « mortel », réunissant 519 conducteurs de DRM impliqués dans 500 accidents dans lesquels au moins un des usagers a été tué (celui-ci n'étant pas obligatoirement le conducteur de DRM).

#### 4.5 Résultats

Dans un premier temps, nous présentons des variables caractéristiques des accidents mortels ou non mortels. Ensuite, nous listerons les variables représentatives d'un surrisque d'être impliqué dans un accident mortel comparés aux accidents non mortels. Enfin, nous rendrons compte des configurations accidentelles récurrentes les plus caractéristiques pour l'ensemble des DRM et les plus spécifiques de chaque type de DRM.

##### 4.5.1 Statistique descriptive des accidents de DRM

Nous allons nous intéresser ici aux caractéristiques des accidents mortels comparés aux accidents non mortels et inversement. Nous insisterons donc sur les principales variables pour lesquelles il existe une distinction entre ces accidents mortels et non mortels.

###### ➤ Type d'environnement

Nous constatons que dans plus des trois quarts des accidents non mortels, l'accident a lieu en agglomération et plus particulièrement en présence d'une intersection (49.4% des cas non mortels). Au contraire, les accidents mortels ont davantage lieu hors agglomération et notamment hors intersection (42.8% des cas mortels).

Deux types de configurations semblent ainsi émerger : d'une part, les accidents en agglomération et en intersection (cas des non mortels), et d'autre part, ceux hors agglomération et hors intersection (cas des mortels).

**Tableau 1 : Répartition des accidents selon le type d'environnement, la présence ou non d'intersection et la gravité de l'accident**

	Accident non mortel		accident mortel	
	hors inter	inter	hors inter	inter
Hors agglomération	12,2%	5,2%	<b>42,8%</b>	15,0%
En agglomération	29,2%	<b>49,4%</b>	23,0%	14,4%
Zone de transition	2,6%	1,4%	2,6%	1,2%
Total (n)	220	280	342	158

➤ Type d'accident

Les accidents intervenant lors de pertes de contrôle simples ou lors de la réalisation d'une manœuvre sont plus spécifiques des accidents mortels. Dans près de 40% des accidents mortels, l'origine de l'accident est une perte de contrôle. Ce chiffre est inférieur à 13% pour les conducteurs de DRM impliqués dans des accidents non mortels.

**Tableau 2 : Répartition des conducteurs de DRM en perte de contrôle selon la gravité**

	non mortel	%	mortel	%
Hors perte de contrôle	448	<b>87,2%</b>	317	61,1%
Perte de contrôle simple	63	12,3%	177	<b>34,1%</b>
Perte de contrôle en manœuvre	3	0,6%	25	<b>4,8%</b>
Total	514	100,0%	519	100,0%

➤ Niveau d'implication

En ce qui concerne leur implication dans les accidents, les conducteurs de DRM se retrouvent plus souvent déclencheurs dans les accidents mortels quel que soit le type d'accident (seul impliqué ou à plusieurs).

**Tableau 3 : Répartition des niveaux d'implication des conducteurs et de leurs confrontés dans des accidents impliquant un DRM et un autre véhicule en fonction de la gravité de l'accident**

	non mortel		mortel	
	DRM	Confronté	DRM	Confronté
Déclencheur	32,6%	<b>72,8%</b>	<b>52,7%</b>	51,7%
Contributeur	<b>52,3%</b>	14,3%	38,3%	24,3%
Réactif potentiel	8,7%	2,8%	5,7%	9,7%
Passif	6,4%	<b>10,1%</b>	3,3%	<b>14,3%</b>
Total (n)	426	426	300	300

Dans les accidents non mortels dans lesquels le DRM est confronté à un autre usager, le confronté au DRM est dans plus de 70% des cas déclencheur de la situation accidentelle. Pour les accidents mortels, la part des conducteurs déclencheurs de la situation d'accident est sensiblement la même. Nous pouvons donc constater que si les conducteurs de DRM sont peu déclencheurs de la perturbation dans les accidents non mortels (29.8%), ils sont en revanche plus d'un conducteur sur deux à l'être dans les accidents mortels (52.7%). Il est aussi intéressant de noter que, quel que soit le type d'accident, les usagers confrontés aux DRM se retrouvent plus souvent "passifs" (c'est-à-dire : confronté à la manœuvre d'un autre sans rien pouvoir faire) que les conducteurs de DRM.

➤ Port du casque

Le casque est globalement porté que ce soit dans les accidents mortels ou non mortels (autour de 95%). Cependant, dans certains des cas où le casque était porté, les éléments du PV ont permis d'envisager un mauvais port (casque mal sanglé, port non correct sur le crâne...) qui pouvait, entre autre, se traduire par une éjection de ce dernier à la suite d'un choc. La proportion de ce mauvais port de casque est plus observée dans les accidents mortels et plus particulièrement chez les conducteurs de

cyclomoteurs (près de 40% des cyclomotoristes impliqués dans un accident mortel portaient mal leur casque). Bien que l'on observe une plus forte proportion de conducteurs ne portant pas ou mal leur casque dans des accidents mortels, les conducteurs de motocyclettes portent en grande majorité un casque correctement (100% dans les accidents non mortels et 92% dans les accidents mortels).

**Tableau 4 : Répartition des conducteurs en fonction de la gravité de l'accident, du port du casque et de la catégorie du DRM**

	Accident non mortel				Accident mortel			
	Port du casque correct	Non port du casque	Mauvais port du casque	Total	Port du casque correct	Non port du casque	Mauvais port du casque	Total
cyclomoteur	90,7%	<b>4,5%</b>	<b>4,9%</b>	100,0%	58,1%	8,1%	<b>33,8%</b>	100,0%
moto légère	97,4%	2,6%	0,0%	100,0%	80,0%	10,0%	10,0%	100,0%
MTT	100,0%	0,0%	0,0%	100,0%	92,0%	2,8%	5,3%	100,0%
Ensemble DRM	<b>94.6%</b>	2.8%	2.6%	100.0%	81.7%	<b>4.9%</b>	<b>13.4%</b>	100.0%

➤ Taux d'alcool

Les conducteurs de DRM ayant une alcoolémie positive (taux d'alcool > à 0.5g/l) sont plus présents dans les accidents mortels que non mortels (21.8% des accidents mortels impliquent un conducteur de DRM ayant subi un dépistage positif à l'alcool contre seulement 4.1% pour les accidents non mortels). Ce sont le plus souvent des conducteurs de grosses cylindrées qui sont impliqués dans ces accidents mortels avec alcool.

**Tableau 5 : Répartition des conducteurs ayant eu un dépistage en fonction du résultat du test et de la gravité de l'accident**

	non mortel	%	mortel	%
Dépistage négatif	379	95,9%	389	78,2%
Dépistage positif	16	4,1%	102	<b>21,8%</b>
Total	395	100,0%	491	100,0%

➤ Autres variables

Il est aussi intéressant d'observer que les grosses cylindrées sont sur représentées dans des accidents mortels (63.2% contre 29.9% dans les accidents non mortels) alors que les cyclomoteurs, eux, sont plus présents dans des accidents non mortels (54.1% contre 27.2% dans les accidents mortels).

Pour ce qui est des conducteurs de DRM impliqués dans un accident, ils sont plus âgés dans des accidents mortels que non mortels, cette différence étant essentiellement marquée pour les conducteurs de cyclomoteur.

Enfin, les accidents mortels comparés aux non mortels se déroulent plus fréquemment de nuit sans éclairage (respectivement 15.0% contre 4.7%). Les accidents non mortels, quant à eux se déroulent plus fréquemment en plein jour (72% contre 62.4% pour les accidents non mortels).

➤ Facteurs explicatifs

Le processus accidentel est séquencé en 4 situations : de conduite, de rupture, d'urgence et de choc. Chacune de ces situations fait référence à des facteurs que nous allons expliciter en distinguant ceux qui sont liés aux accidents soit mortels, soit non mortels. Pour les facteurs amont (en situation de conduite), déclenchants (situation de rupture) et d'urgence (situation d'urgence), les facteurs qui reviennent de façon plus importante dans les accidents mortels comparés aux accidents non mortels sont :

- la vitesse excessive, et notamment lorsqu'elle est au dessus de la limitation ;

- l'adoption d'une conduite à risque ;
- la forte influence de l'alcool.

En s'intéressant de plus près à la situation de rupture (celle qui nous intéresse le plus dans le processus accidentel) en fonction du type d'accident (en perte de contrôle ou autre), nous observons que dans les accidents des conducteurs de DRM en interaction avec autrui, outre les problèmes de vitesse et d'adoption de conduite à risque, les problèmes de visibilité semblent caractéristiques de ces accidents non mortels. En revanche, pour les conducteurs dont l'origine de l'accident est une perte de contrôle, les facteurs plus spécifiques des accidents mortels que des accidents non mortels semblent être l'influence de l'alcool (différence plus marquée que celle des accidents non mortels) et le tracé difficile.

Enfin, pour les facteurs de choc (situation de choc), l'absence de protection et la présence d'objets saillants sont les principaux facteurs qui contribuent de manière importante à accentuer la gravité de l'accident des conducteurs de DRM.

#### ***4.5.2 Estimation du sur risque d'implication dans un accident mortel pour les conducteurs de DRM***

L'absence de données d'exposition assez fiables (comme le nombre de kilomètres parcourus) ne nous permet pas de quantifier le risque relatif des conducteurs de DRM. De ce fait, nous avons donc utilisé un modèle statistique de régression logistique permettant d'évaluer pour les conducteurs de DRM le risque relatif d'avoir un accident mortel de la circulation par rapport à celui d'être impliqué dans un accident corporel. Nous avons inclus dans le modèle, les variables où l'on observait une différence lors de l'analyse descriptive précédente. Les résultats obtenus suite à l'estimation du modèle sont les suivants :

- le type de jour, l'heure de l'accident, la luminosité, la présence ou non d'intersection, le sexe et l'âge du conducteur ne sont pas statistiquement associés à un sur risque d'implication dans un accident mortel pour les conducteurs de DRM. En effet, pour ces 6 variables, aucune modalité n'est statistiquement significative ; nous ne sommes donc pas en mesure de dire que ces variables sont synonymes de sur (ou sous) risque d'accident mortel ;
- le non ou mauvais port du casque, les accidents hors agglomération, les grosses cylindrées, le dépistage positif du taux d'alcool et les pertes de contrôle sont les variables associées à un facteur de sur risque d'être impliqué dans un accident mortel pour les conducteurs de DRM.

Du point de vue quantitatif, les résultats montrent ainsi un sur risque plus important concernant les conducteurs de DRM ne portant pas ou mal leur casque (estimé à 2.7 fois supérieur aux conducteurs ayant un casque correctement porté) et ayant un accident en zone rurale (estimé à 2.6 fois supérieur à ceux ayant un accident en agglomération). Les conducteurs de motos de grosses cylindrées, ainsi que ceux qui présentent une alcoolémie positive (du point de vue de la législation française) ont, chacun, un risque de l'ordre de 2.2 fois supérieur respectivement aux conducteurs de cyclomoteurs et à ceux ayant un taux d'alcool négatif. Enfin, la variable associée au plus faible sur risque d'être impliqué dans un accident mortel est la perte de contrôle (risque 1.4 fois supérieur aux conducteurs hors perte de contrôle). De plus, cette variable est soumise à un biais : les accidents hors agglomérations de type perte de contrôle du véhicule sans tiers ne font pas toujours l'objet d'une procédure (notamment quand ils n'occasionnent pas de blessures importantes) et ne sont donc pas systématiquement comptabilisés dans les statistiques nationales (Laumon et Martin, 2002).

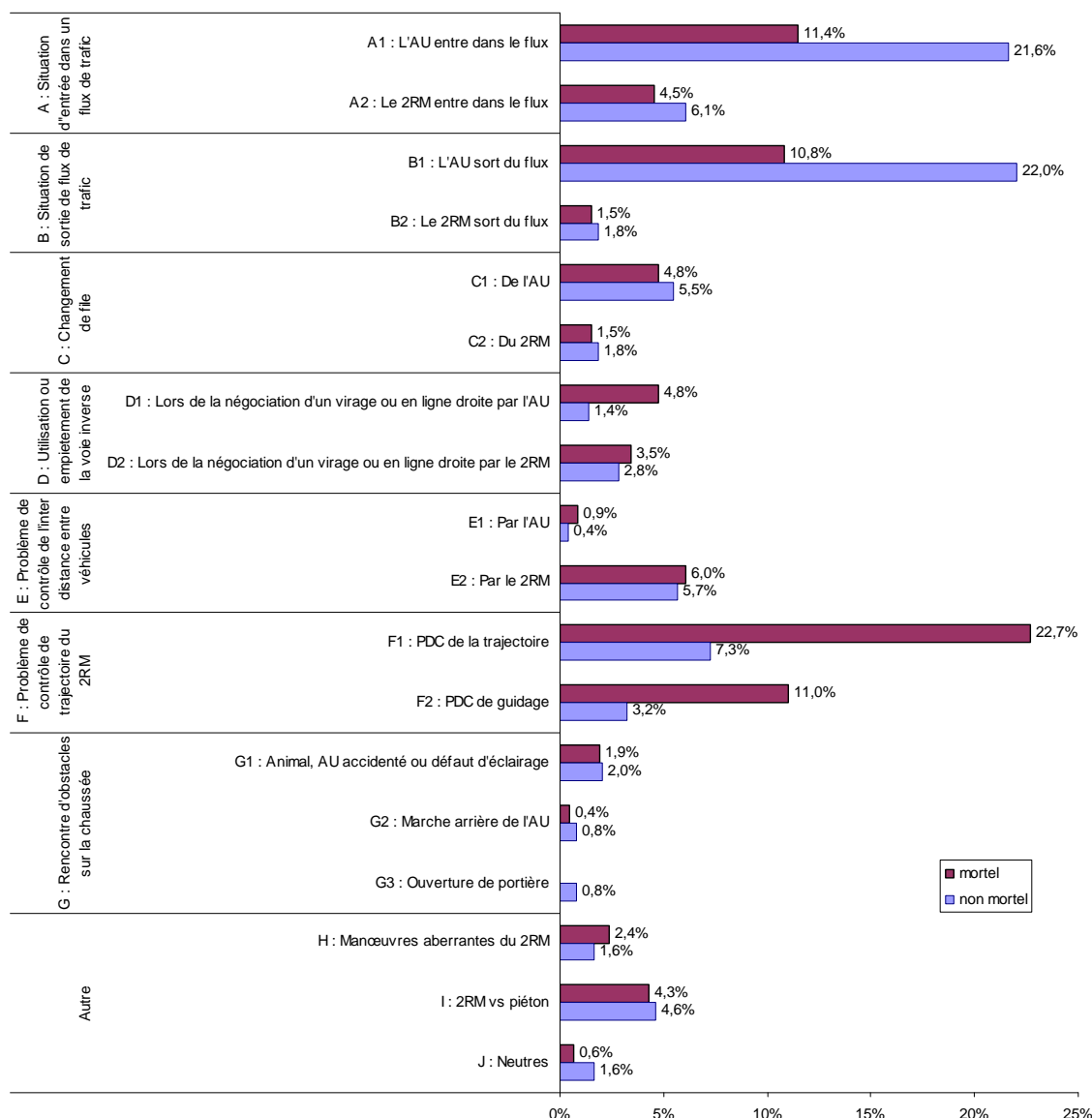
Cette analyse quantitative va maintenant être complétée par une analyse qualitative portant sur les mêmes 1 000 procès-verbaux, dans l'objectif de faire ressortir des régularités d'ensemble dans les mécanismes accidentels.

#### ***4.5.3 Analyse des Configurations Accidentelles Récurrentes***

Afin d'affiner notre analyse des accidents des 2RM, nous avons défini des Configurations Accidentelles Récurrentes (CAR) spécifiques aux 2RM.

Le concept de configuration accidentelle récurrente a pour visée de synthétiser et de généraliser les connaissances qui sont extraites des études monographiques de cas d'accidents. Le principe de leur

construction consiste à regrouper des cas présentant des profils similaires du point de vue des contextes et des mécanismes de production de l'accident. C'est une construction issue de la synthèse de plusieurs cas considérés comme semblables sur la base d'un ensemble de critères (intégrant le type de 2RM, les conditions de l'accident, la manœuvre réalisée, etc.), qui leur donnent un "air de famille" (Rosch, 1978) permettant leur catégorisation en une configuration. La configuration accidentelle récurrente se définit donc comme un profil de production accidentelle présentant de fortes similitudes dans les mécanismes et les facteurs impliqués, au point d'en constituer une catégorie caractéristique qui les distingue des autres. Proche de la notion de "scénario-type d'accident" (Fleury & Brenac, 2001 ; Clabaux, 2003), cette notion s'en démarque cependant par le caractère moins formalisé de la classification. Mais à l'instar des scénarios-types, la perspective de ces configurations n'est pas seulement le repérage de groupes d'accidents homogènes, mais également de se fonder sur cette homogénéité dans le but opérationnel de définir des modalités de prévention mieux définies et plus appropriées à différentes catégories de problèmes (cf. Clabaux, 2003).



**Figure 14 : Répartition des différentes classes des Configuration Accidentelles Récurrentes<sup>1</sup> pour les accidents mortels et non mortels**

<sup>1</sup> Sont exclus du total, les cas d'accidents qui n'ont pas abouti à l'élaboration d'une fiche d'analyse d'accident, par manque d'informations dans le procès verbal. En revanche, les cas d'accidents étant considérés comme CAR isolés sont inclus dans le total mais non représentés dans le graphique.

A la suite du codage réalisé pour les deux exploitations quantitatives précédentes, une fiche d'analyse d'accident a été élaborée pour chaque conducteur traité, qui retrace les différentes étapes du processus accidentel et les facteurs en jeu. De plus, un schéma récapitulatif permet d'exposer la configuration des lieux de l'accident, des trajectoires de chaque impliqués ainsi que du point de choc. Au final 1 033 fiches ont été créées (correspondant au nombre de conducteurs de DRM accidentés) et ont ensuite servi à l'élaboration des Configurations Accidentelles Récurrentes (C.A.R.), par regroupement en fonction des similarités d'ensemble.

Ainsi, 80 C.A.R. regroupant 882 cas ont été établies. Les cas d'accident n'ayant pu être regroupés dans une C.A.R. ont été mis de côté et constituent le groupe des cas isolés (76 cas). Les cas d'accident qui ne présentent pas assez d'information pour permettre leur comparaison à une C.A.R. constituent le groupe des cas indéterminés (75 cas). Dans une perspective de diagnostic des différentes combinaisons d'éléments et processus qui contribuent à la genèse d'un dysfonctionnement du système, nous rendons compte ci-après (Figure 14) des situations sous l'angle des manœuvres qu'elles sous-tendent et des lieux sur lesquels elles se déroulent.

La figure 14 présentée ci-dessus montre que les accidents non mortels sont spécifiques des situations d'entrée ou de sortie dans un flux de trafic, notamment lorsque cette manœuvre est réalisée par l'autre véhicule (43.6% des accidents non mortels contre 22.2% des accidents mortels se déroulent lorsque l'autre véhicule est en situation d'entrée ou de sortie dans un flux de trafic). Les accidents mortels sont quant à eux plus spécifiques des pertes de contrôle, que ce soit de trajectoire ou de guidage (33.7% des accidents mortels contre 10.5% des non mortels ont pour origine une perte de contrôle du DRM).

Nous pouvons maintenant affiner notre analyse en s'intéressant à l'analyse des configurations accidentelles récurrentes constituant les classes citées précédemment.

**Tableau 6 : Répartition des principales configurations accidentelles récurrentes en fonction du type de DRM et de la gravité de l'accident**

N° de C.A.R. <sup>1</sup>	Accident non mortel			Accident mortel		
	Cyclomoteur	Motocyclette	Ensemble DRM	Cyclomoteur	Motocyclette	Ensemble DRM
<b>A.1.1</b>	8.2%	4.5%	6.5%	1.7%	6.4%	5.2%
<b>A.1.7</b>	3.0%	3.1%	3.0%	0.0%	0.6%	0.4%
<b>A.2.3</b>	4.5%	0.9%	2.8%	6.7%	0.3%	1.9%
<b>B.1.1</b>	9.0%	11.2%	9.9%	4.2%	7.3%	6.5%
<b>B.1.3</b>	5.6%	5.8%	5.7%	0.0%	2.9%	2.2%
<b>B.1.4</b>	2.6%	4.5%	3.4%	0.8%	1.2%	1.1%
<b>B.2.1</b>	2.2%	0.4%	1.4%	5.0%	0.3%	1.5%
<b>C.1.1</b>	0.0%	0.0%	0.0%	5.0%	2.9%	3.5%
<b>D.1.2</b>	0.7%	0.0%	0.4%	5.0%	0.9%	1.9%
<b>F.1.1</b>	1.9%	3.6%	2.6%	5.0%	11.4%	9.7%
<b>F.1.2</b>	0.4%	0.4%	0.4%	4.2%	4.7%	4.5%
<b>F.2.1</b>	0.0%	0.0%	0.0%	5.8%	2.0%	3.0%
<b>F.2.2</b>	2.2%	1.8%	2.0%	5.8%	1.2%	2.4%
<b>F.2.7</b>	0.7%	0.0%	0.4%	5.0%	2.3%	3.0%

#### 4.5.3.1 Configurations accidentelles les plus fréquentes dans les accidents de DRM

Les CAR les plus représentées des conducteurs de DRM sont les suivantes :

- B.1.1 (9.9%), A.1.1 (6.5%) et B.1.3 (5.7%) en ce qui concerne les accidents non mortels ;
- F.1.1 (9.7%), B.1.1 (6.5%), A.1.1 (5.2%) pour les accidents mortels.

<sup>1</sup> La description détaillée de ces Configurations Accidentelles Récurrentes est donnée dans le rapport d'annexe scientifique R3 du projet 2RM (Van Elslande et al, 2008b).

Nous retrouvons les CAR B.1.1 et A.1.1 faisant partie de celles qui sont fortement représentées à la fois dans les accidents mortels et non mortels. Soit le descriptif de ces 2 CAR :

**A.1.1** Un **AU non prioritaire** souhaitant s'insérer dans l'intersection **ne détecte pas le DRM** malgré l'absence de gêne à la visibilité. L'AU entre dans le flux de trafic.

**B.1.1** Le DRM circule sur axe prioritaire. Un **AU arrivant en face** et souhaitant TAG, **ne détecte pas le DRM** malgré l'absence de gêne à la visibilité. L'AU engage son **TAG** et coupe la route au DRM.

En revanche, la CAR B.1.3 est plus représentée dans les accidents non mortels (5.7% contre 1.9% dans les accidents mortels), et implique des situations se déroulant le plus souvent en agglomération et qui n'engendrent pas de facteurs vitesse excessive. La CAR F.1.1, configuration la plus représentée des accidents mortels (9.7% contre 2.6% dans les accidents non mortels) implique des situations de perte de contrôle de la trajectoire associées à une vitesse trop élevée et une collision contre un obstacle.

**B.1.3** Le DRM circule derrière un AU qui ralenti (avec ou sans son clignotant gauche). Le **DRM décide de dépasser** L'AU. Au même moment **L'AU effectue un TAG** en intersection ou en accès privé.

**F.1.1** Le DRM aborde une **courbe** avec **vitesse trop élevée** (souvent hors agglomération). Il **perd le contrôle de son DRM** dans la courbe et chute et/ou percute un obstacle fixe (poteau, buse en béton, panneau de signalisation, etc.) ou mobile (véhicule en sens inverse).

En comparant la proportion de chaque CAR en fonction des accidents mortels et non mortels, nous allons citer puis décrire les configurations accidentelles récurrentes des accidents non mortels ainsi que celles des accidents mortels.

#### 4.5.3.2 Configurations accidentelles récurrentes spécifiques des non mortels

Nous relevons spécifiquement pour les accidents non mortels :

- 3 situations où l'autre véhicule est en sortie de flux :

**B.1.1** Le DRM circule sur axe prioritaire. Un **AU arrivant en face** et souhaitant TAG, **ne détecte pas le DRM** malgré l'absence de gêne à la visibilité. L'AU engage son **TAG** et coupe la route au DRM.

Cette CAR est caractérisée par le fait que près de 50% des conducteurs impliqués dans des accidents non mortels sont des cyclomotoristes alors qu'ils ne sont que 20% dans les accidents mortels. De plus, on constate que 70% de ces accidents mortels impliquent un motocycliste ayant une grosse cylindrée alors qu'ils sont moins de 30% à être impliqués dans ces accidents non mortels.

**B.1.3** Le DRM circule derrière un AU qui ralenti (avec ou sans son clignotant gauche). Le **DRM décide de dépasser** L'AU. Au même moment **L'AU effectue un TAG** en intersection ou en accès privé.

Dans 24 cas non mortels sur 28, l'accident a lieu en agglomération alors que pour 9 cas mortels sur 10, l'accident a lieu hors agglomération. De plus, les cyclomotoristes sont impliqués dans plus de 50% des cas non mortels alors que pour les cas mortels, ce sont exclusivement des motocyclistes (notamment des grosses cylindrées). Dans cette CAR, on retrouve majoritairement des cyclomotoristes impliqués ainsi que des accidents en agglomération ce qui induit des configurations d'accident avec des vitesses moins élevées.

**B.1.4** Le DRM remonte une file de véhicule, à l'arrêt ou au ralenti, par la G. Au moment où le DRM dépasse un véhicule de la file, celui-ci effectue un TAG en intersection ou en accès privé sans avoir détecté le DRM. L'AU coupe la route au DRM dépassant la file.

Sur les 17 cas non mortels, la vitesse n'intervient pas comme facteur déclenchant et dans 16 de ces cas, l'accident a lieu en agglomération. Au contraire, dans 4 cas mortels sur 5, le facteur vitesse est présent et dans la même proportion, ce type d'accident a lieu hors agglomération.

- 1 situation où l'autre véhicule est en entrée de flux :

**A.1.7** Le DRM remonte une file de véhicules par la G. Un véhicule de la file laisse passer un AU non prioritaire venant de la D (accès, stationnement ou intersection). L'AU s'engage pour tourner à G et ne détecte pas le DRM masqué par la file. De même le DRM ne détecte pas l'AU également masqué par la file.

Cette CAR est spécifique des cas non mortels, ne mettant en scène que 2 cas mortels dans lesquels les conducteurs ont adopté une vitesse trop élevée, à la différence des cas non mortels où le facteur vitesse n'est intervenu dans seulement 1 accident sur 10. Ce sont des accidents qui se déroulent en agglomération dans près de 90% des cas.

Ce sont 4 situations en intersection faisant référence à un problème de détectabilité (comportementale ou sensorielle). Pour 3 situations, le DRM est en train d'effectuer soit un dépassement d'un autre véhicule, soit une remontée de file de véhicule.

#### 4.5.3.3 Configurations accidentelles récurrentes spécifiques des mortels

Nous relevons spécifiquement pour les accidents mortels :

- 3 situations où les accidents sont en lien avec un problème de contrôle de trajectoire du DRM (dont 2 en perte de contrôle de trajectoire et 1 en perte de contrôle de guidage) :

**F.1.1** Le DRM aborde une courbe avec vitesse trop élevée (souvent hors agglomération). Il perd le contrôle de son DRM dans la courbe et chute et/ou percute un obstacle fixe (poteau, buse en béton, panneau de signalisation, etc.) ou mobile (véhicule en sens inverse).

Cette CAR implique souvent le facteur vitesse (49 cas sur 58) que celle-ci soit trop élevée pour la situation ou au-dessus de la limitation. On retrouve dans cette CAR spécifique des mortels, 13 accidents non mortels souvent associé (dans 12 cas sur 13) à une vitesse trop élevée pour la situation mais en dessous de la limitation contre seulement 16 cas sur 45 pour les cas mortels. Cette variable vitesse ressort ainsi comme fortement contributive à la gravité de ce type de configuration d'accident.

**F.1.2** Le DRM circule avec une forte alcoolémie (souvent en agglomération). Il ne parvient pas à négocier un changement de trajectoire (courbe, îlot, giratoire, etc.) et il perd le contrôle de son DRM (dynamique) et/ou percute un obstacle fixe (poteau, buse en béton, panneau de signalisation, etc.) ou mobile (véhicule en sens inverse).

Cette CAR implique des conducteurs ayant un taux d'alcoolémie très élevée (entre 1.16 g/l à 3.97 g/l). De plus ces accidents sont souvent associés à une vitesse élevée (74% des cas). L'association de ces facteurs est caractéristique de cette configuration d'accidents le plus souvent mortels.

**F.2.1** Le DRM circule avec une forte alcoolémie. Il perd le contrôle de son DRM en ligne droite sans perturbation externe.

Nous sommes en présence de conducteurs fortement alcoolisés mais dont le facteur vitesse n'entre pas en cause, les degrés d'alcoolémie atteints expliquant à eux seuls la perte de contrôle. Deux populations

sont caractéristiques de ce type d'accident, exclusivement mortels. En effet, dans 7 cas, l'accidenté est un cyclomotoriste d'une moyenne d'âge de plus de 50 ans, sous une forte influence d'alcool et qui ne percute pas d'obstacles fixes ou mobiles. Pour les autres accidentés, ce sont des motocyclistes plus jeunes (moyenne de 33 ans), sous forte influence d'alcool qui percent le plus souvent un obstacle fixe.

- 1 situation où l'autre véhicule change de file lors d'un dépassement :

***C.1.1** Le DRM circule en section courante. Un AU en sens inverse ne détecte pas le DRM et effectue le dépassement du véhicule qui le précède. Le DRM et l'AU se percutent frontalement.*

Dans 14 cas sur 16, ce type d'accident se déroule hors agglomération et le plus souvent en période nocturne. La non détection du DRM dans un contexte de faible luminosité et dans un environnement propice à des vitesses plus élevées explique le caractère mortel de cette configuration accidentelle.

Dans 3 des situations de perte de contrôle de la trajectoire, 2 concernent une perte de contrôle du DRM en dynamique associée soit une vitesse trop élevée, soit à une forte influence de l'alcool soit des deux. Dans le troisième cas de perte de contrôle, le conducteur (ayant une forte alcoolémie) perd le contrôle de son véhicule en ligne droite sans perturbation externe.

#### 4.5.3.4 Distinction selon le type de DRM

- Pour les accidents non mortels

Quel que soit le type de DRM, les deux situations les plus rencontrées sont celles où l'autre usager est en entrée de flux ou en sortie de flux. Cependant, les accidents de cyclomoteur sont plus représentés que ceux des motocyclettes dans les situations où le DRM entre dans le flux c'est-à-dire lorsque ce dernier s'insère dans une intersection non prioritaire (9.7% contre 1.8% pour les motocyclistes). Les accidents des motocyclistes se distinguent de ceux des cyclomoteurs dans les situations où l'autre décide de changer de file (10.3% contre 1.1% pour les cyclomotoristes).

La CAR la plus spécifique des accidents de motocyclettes est la B.1.1 (11.2% pour les motocyclettes contre 9.0% pour les cyclomoteurs) et représente aussi la CAR la plus représentée de ces 2 types de DRM (cf. description dans la partie précédente).

Celle qui semble la plus spécifique des cyclomoteurs dans les accidents non mortels comparés aux motocyclettes est la A.1.1 (8.2% contre 4.5% pour les motocyclettes).

- Pour les accidents mortels

Les situations les plus présentes et en même temps les plus caractéristiques des cyclomoteurs sont celles où le conducteur du DRM entre dans le flux ou perd le contrôle de son DRM en guidage. En revanche, les situations les plus spécifiques des motocyclistes sont celles où le conducteur du DRM perd le contrôle de sa trajectoire et lorsque l'autre véhicule est en entrée ou sortie de flux.

La CAR la plus représentée pour les conducteurs de cyclomoteur est la A.2.3 (cf. description ci-dessous), qui représente 6.7% contre 0.3% pour les motocyclistes. Les 2 CAR les plus représentées pour les motocyclistes sont la F.1.1 (11.4% contre 5.0% pour les cyclomoteurs) et la B.1.1 (7.3% contre 4.2% pour les cyclomoteurs).

***A.2.3** Le DRM (souvent un cyclomoteur) arrive à une intersection non prioritaire. Le DRM ne s'arrête pas alors qu'il sait qu'il n'est pas prioritaire et traverse volontairement l'intersection « dans la foulée ».*

## 4.6 Conclusion

L'analyse quantitative détaillée des variables ainsi que l'analyse des configurations accidentelles récurrentes font ressortir une distinction entre les accidents mortels et non mortels. En effet, certaines variables marquant statistiquement une différence entre les accidents mortels et non mortels ont été observées dans l'étude des C.A.R.

Les résultats de cette étude ont montré qu'il existait bien des mécanismes d'accident différents pour les conducteurs de DRM impliqués dans un accident non mortel ou mortel. Les accidents spécifiques des non mortels se déroulent la plupart du temps en agglomération, en intersection et impliquent des cyclomoteurs. En revanche, les pertes de contrôle en rase campagne sont caractéristiques des accidents mortels, et sont souvent associées à des vitesses trop élevées ou à des taux d'alcoolémie élevés soit aux deux.

Nous avons pu observer que les cyclomotoristes faisaient preuve d'un comportement sensiblement différent de celui des motocyclistes dans les mécanismes d'accidents. En effet, les cyclomotoristes sont plus représentés que les motocyclistes dans les accidents, qu'ils soient mortels ou non, dans lesquels le DRM entre dans le flux et s'insère dans une intersection non prioritaire. Nous pouvons aussi noter que les motocyclistes sont plus représentés que les cyclomotoristes dans des accidents dont l'origine est une perte de contrôle de trajectoire. A l'inverse, les cyclomotoristes sont plus représentés dans les situations de perte de contrôle de guidage, notamment pour les accidents mortels.

Bien que constituant une part importante de tués dans les statistiques nationales, les accidents mortels de DRM constituent moins de 5% des accidents corporels de DRM. Il devient alors important de séparer les études des mécanismes d'accidents mortels et non mortels. En effet, même si les chiffres en terme de tués s'améliorent, il faut aussi tenir compte de la part des blessés graves, qui reste la plus importante par rapport aux autres usagers de la route. Ceci, dans l'objectif de définir des mesures qui soient bien appropriées aux problèmes posés.



## 5 EDA et prospectives (Tâche 4)

L'objectif de cette tâche est de développer une approche complémentaire aux EDA existantes, pour approfondir les questionnements spécifiquement liés à la problématique des DRM.

### 5.1 Analyse des EDA existantes

L'analyse des EDA existantes s'est focalisée sur les enquêtes MAIDS et RIDER. L'objectif principal était de faire un état des lieux des résultats disponibles et plus particulièrement sur les volets perceptions et comportement pré-accidentels.

Ce travail vient en complément de ceux effectués dans la tâche 1 relatifs aux défaillances d'interaction pour lesquels l'analyse au cas par cas a été conduite.

Ces 2 bases de données ont été choisies pour les raisons suivantes :

- ✓ La disponibilité de leurs résultats
- ✓ La structure commune sur une grande partie des variables
- ✓ Un échantillon de taille suffisante
- ✓ La diversité géographique offerte par l'étude MAIDS (Europe)

D'autres recherches ont été entreprises sur des bases de données étrangères telles que celles conduites en Allemagne, en Thaïlande, en Angleterre ou aux États-Unis. Ces résultats auraient permis une comparaison entre les différents contextes dans lesquels évoluent ces accidents. Malheureusement l'indisponibilité des informations et le manque d'homogénéité des structures de ces bases ne nous ont pas permis d'étendre nos travaux.

Cette analyse des EDA existantes a fait l'objet d'un rapport détaillé intitulé « Accidentologie des 2 roues motorisés : les enjeux » (Rapport 2RM R0.2, Hermitte, 2008). Il permet entre autre d'avoir un éclairage sur les principaux enjeux tant au niveau international que national et donne une présentation des principales études entreprises sur le sujet du DRM en France.

#### 5.1.1 MAIDS

De 1999 à 2000, l'Association des Constructeurs Européens de Motocycles (ACEM), avec le soutien de la Commission Européenne et d'autres partenaires, a réalisé une étude approfondie et de grande envergure sur les accidents de cyclomoteurs et motos dans cinq régions-tests de l'Europe : France, Allemagne, Italie, Pays-Bas et Espagne. Afin de maintenir la cohérence des données recueillies dans chaque région-test, tous les groupes de recherche ont utilisé la même méthodologie d'enquête approfondie sur le terrain élaborée par l'OCDE, le projet MAIDS (Motorcycle Accident In-Depth Study).

En tout, 921 accidents ont été étudiés en profondeur, de ces analyses sont ressorties environ 2000 variables qui ont été codées pour chaque accident. Dans le cadre de cette étude, une reconstitution complète de l'accident était effectuée ; les véhicules étaient inspectés ; les témoins de l'accident étaient interrogés. Enfin, des données médicales pertinentes concernant les conducteurs et passagers accidentés étaient recueillies dans le respect des lois sur la vie privée, et avec la coopération et le consentement des personnes accidentées et des autorités locales. Ces données ont permis d'identifier tous les facteurs humains, environnementaux et techniques qui ont conduit à l'accident.

En plus de ces accidents, les équipes ont été amenées à collecter 923 cas supplémentaires avec des conducteurs « lambda » c'est-à-dire non impliqué dans un accident. Ces « cas témoins » permettront de disposer de données d'exposition pour réaliser des calculs de risque par exemple.

##### 5.1.1.1 Caractéristiques générales des accidents

Sur les 921 accidents collectés, il y a eu 103 cas d'accidents mortels pour le conducteur et/ou le passager.

On notera que les DRM de cylindrée inférieure ou égale à 50 cc sont surreprésentés dans l'échantillon des accidents, en comparaison avec la population de référence.

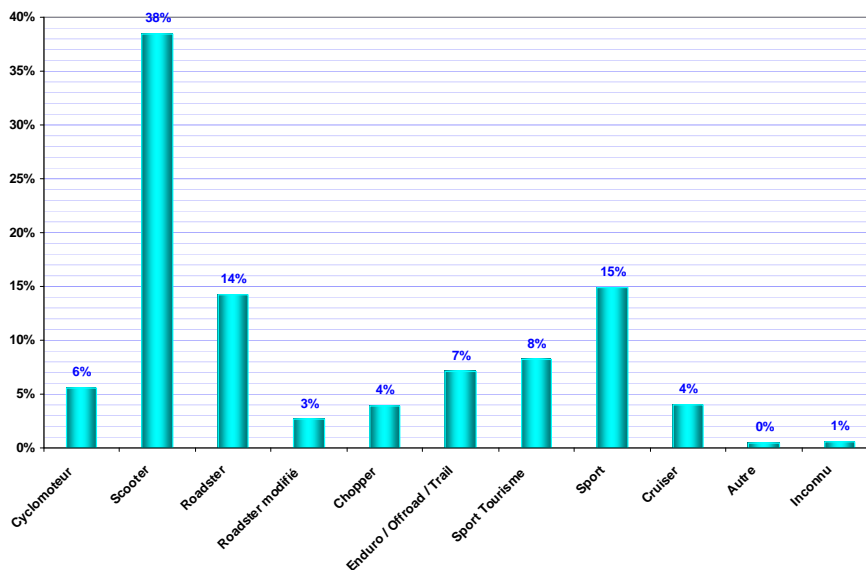


Figure 15 : Distribution des accidents en fonction du type de DRM (n=921, Source MAIDS 2004)

54.3% des accidents de DRM ont eu lieu à un croisement.

La collision a lieu le plus souvent avec une voiture particulière (60%).

72% des accidents de la base MAIDS ont eu lieu en zone urbaine.

Un DRM a plus de chance d'entrer en collision avec une voiture en ville qu'à la campagne (64.1% contre 46.7%).

La chute au sol seul (c'est-à-dire sans collision avec un obstacle quelconque) est présente dans 9% des cas et se situe majoritairement en rase campagne.

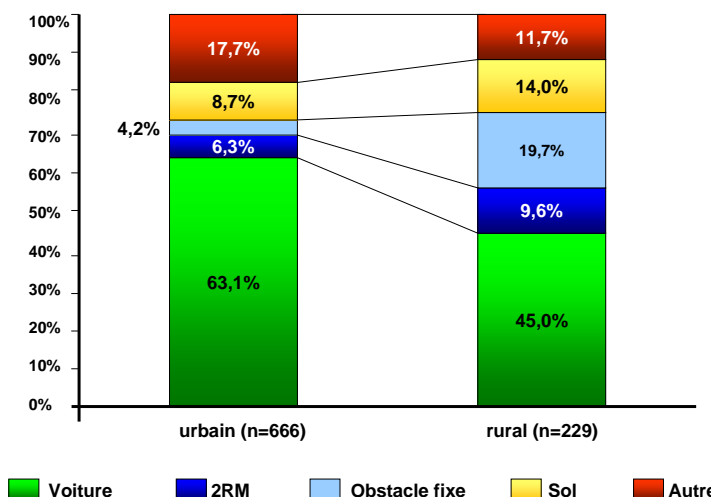
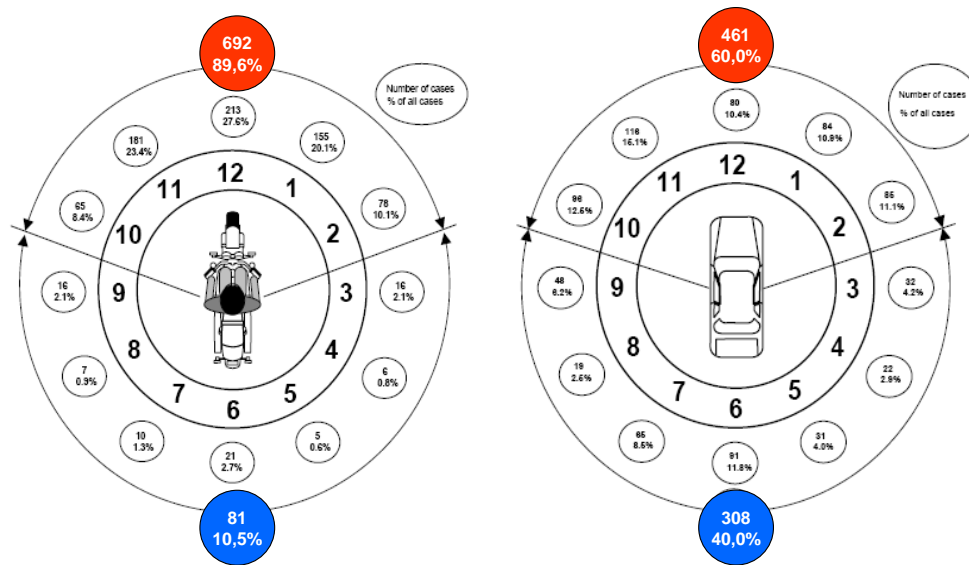


Figure 16 : Distribution des accidents suivant le type d'obstacle rencontré et la localisation du lieu de l'accident (n=921, Source : MAIDS 2004)



**Figure 17 : Répartition de la provenance du danger en fonction du conducteur.**

L'analyse des accidents montrent que dans quasiment 90% des cas le danger se présente dans le champ de vision du motocycliste alors qu'il ne représente que 60% dans le cas des conducteurs adverses.

### 5.1.1.2 Les facteurs principaux

Les facteurs principaux, tels qu'ils sont recensés dans l'étude, sont reliés aux conducteurs, 37,1% pour le motard et 50,4% pour l'autre conducteur. Sont ainsi identifiés :

- Dans 10.6% des cas, un problème d'inattention de la part du motard, qui a contribué à l'accident.
- Dans 36.6% des cas, un défaut de perception de la part du conducteur de l'autre véhicule.
- Dans 27.7% des motards et 62.9% des conducteurs d'autres véhicules, des erreurs d'analyse de la circulation qui ont contribué à l'accident.
- Dans 32.2% des motards et 40.6% des conducteurs d'autres véhicules, des erreurs de stratégie qui ont contribué à l'accident.
- Une différence de vitesse par rapport à la circulation a été identifiée comme un facteur de l'accident dans 18.0% des cas pour le motard et 4.8% des cas pour un conducteur d'AV.

En ce qui concerne les facteurs environnementaux, nous retenons de l'étude que :

- Le temps (la météo) a été un facteur ou l'évènement déclenchant pour le motard dans 7.4% des cas.
- 84.7% du temps, la route était sèche à l'instant de l'accident.
- Le revêtement de la route avait des défauts dans 30% des cas.
- Le revêtement de la route était considéré comme optimal dans 61.4% des cas.
- Les glissières de sécurité ont représenté 60 cas de blessures chez les motards.

Sur les facteurs de risque on note dans cette étude :

- Les conducteurs de DRM de moins de 17 ans ne sont ni sur ni sous-représentés dans les accidents, ceux entre 18 et 21 et entre 22 et 25 sont surreprésentés alors que ceux entre 41 et 55 ans sont sous-représentés. Ceci suggère que les motards entre 41 et 55 ans ont moins de risques d'être accidentés que la population des motards dans son ensemble.

- 58.7 % des cyclomotoristes ont moins de 21 ans alors que 88.1% des motocyclistes ont plus de 21 ans.
- Les conducteurs de DRM de moins de 21 ans sont le facteur principal d'accident dans 42% des cas alors que ceux de plus de 21 ans le sont dans moins de 37% des cas.
- 7,8% des motards impliqués dans un accident avaient moins de 6 mois d'expérience sur un DRM à moteur quel qu'il soit. En général, les motards avec davantage d'expérience ont moins de chances d'être déclencheur d'un accident.
- 29% des motards de moins de 6 mois d'expérience présentent des déficiences de compétence et ce pourcentage tombe à 6.4% des motards de plus de 8 ans (98 mois) d'expérience.

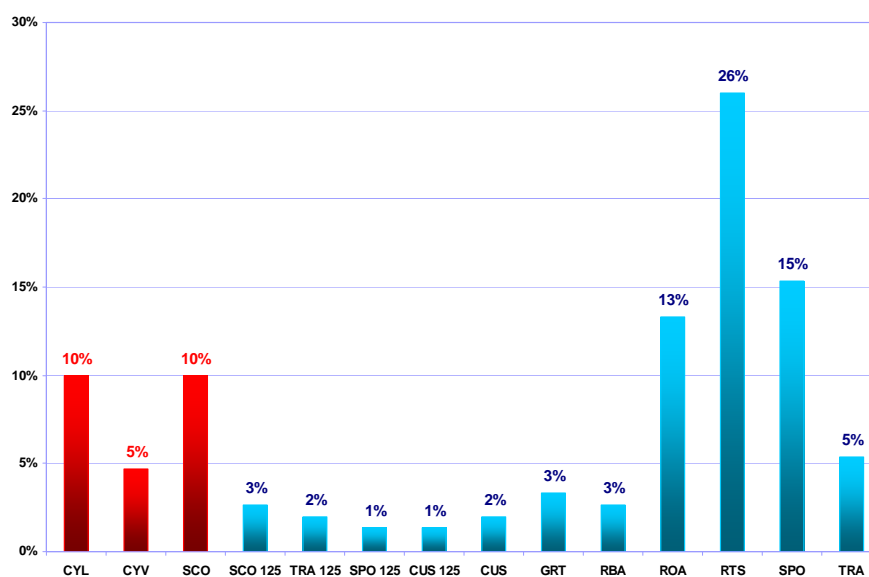
### 5.1.2 RIDER

RIDER (Recherche sur les accidents Impliquant un Deux Roues motorisé) est un projet français financé par le Ministère de la Recherche, la fondation MAIF et le CNSR dont l'objectif était d'une part la collecte d'accidents de DRM (telle que mise en place lors du projet MAIDS) et d'autre part, de faire le point sur certaines thématiques telles que le rôle de l'infrastructure dans les accidents, le casque, l'équipement du motard, etc.

Ce projet s'est déroulé en 2003 et 2004 et a rassemblé 200 accidents.

#### 5.1.2.1 Caractéristiques générales des accidents

Parmi les 200 accidents, 10% sont des mortels.



**Figure 16: Répartition des accidents suivant le type de DRM impliqué (Source : RIDER 2004)**

Parmi les différents types de véhicule, les routières sportives (RTS) sont les plus souvent rencontrées (25%), suivies des véhicules de type sportif (18%).

Les véhicules dont la cylindrée est inférieure 125cc, c'est-à-dire les cyclomoteurs (CYL), les cyclomoteurs à vitesse (CYV) et les scooters (SCO), représentent 25% des véhicules accidentés.

59% des accidents de la base RIDER se sont produits en agglomération.

Dans 5% des cas, l'accident s'est produit sur autoroute et a toujours impliqué au moins 2 véhicules

47% des accidents se sont produits en intersection et 39% sont situés en ligne droite, les situations en virage ne représentant que 14% des cas.

Il y a une légère prépondérance des accidents en virage à gauche (6%) par rapport aux virages à droite (4%), principalement du fait qu'un survirage dans une courbe à droite peut plus facilement être maîtrisé (par l'existence de la voie adverse qui est revêtue) que dans le cas d'un survirage en courbe à gauche (présence de l'accotement).

La grande majorité des pilotes impliqués dans un accident avait moins de 35 ans (66%).

La tranche des 15 – 24 ans est celle la plus représentée (35%).

### 5.1.2.2 Les situations d'urgence

L'analyse des cas a permis de confirmer une évidence : le caractère exceptionnel et inattendu de la situation d'urgence engendre des réactions « réflexe » difficilement maîtrisables.

Le freinage est de loin la manœuvre la plus fréquemment tentée et a été réalisée par plus de la moitié des impliqués pour tenter de se sortir de la situation d'urgence dans laquelle ils se trouvaient. Ainsi, on retrouve 53,2% de freinages tentés (36,3% de freinages et 16,9% d'évitement et freinage), ce qui est largement supérieur à la variable « aucune manœuvre » (le conducteur n'a pas eu le temps ou n'a pas pensé qu'il était nécessaire de réagir)

On retrouve ensuite comme manœuvre, l'évitement, tenté par 8,1% des impliqués puis d'autres manœuvres d'urgences moins fréquemment employées. Le freinage et, dans une moindre mesure, l'évitement, semblent donc être la réaction « réflexe » ou, tout du moins, celle que les conducteurs tentent le plus facilement et le plus souvent. 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 constitue à ce titre un bon choix, sous réserve qu'il soit réalisé correctement (cf. Tâche 2, chapitre précédent).

Dans les cas étudiés, bon nombre d'accidents sont liés à un effet de surprise : dans plus d'un cas sur trois (40,2%), le conducteur n'a pas eu suffisamment de temps pour réaliser correctement sa manœuvre d'urgence.

Dans 25,3% des cas, aucune manœuvre n'a été tentée par le conducteur : dans ce cas de figure, ce dernier n'était pas en mesure de réagir (attention détournée, alcool...) ou de voir convenablement ce qui se passait (masque à la visibilité, se fait percuter par derrière).

Enfin, les raisons restantes d'échec sont directement imputables au conducteur : perte de contrôle (par exemple, freinant trop fort et bloquant ses roues, le conducteur chute avant même de rencontrer un obstacle), mauvais choix de manœuvre et mauvaise réalisation de la manœuvre (le conducteur ne freine pas assez fort ou ne se déporte pas assez pour éviter l'obstacle).

La plupart des conducteurs de DRM impliqués éprouvent des difficultés à réaliser correctement une manœuvre d'urgence : ils sont ainsi 58,2% à ne pas être efficaces en terme de résultats et seulement 13,9% à réaliser correctement l'action qu'ils ont entreprise. Si l'on oppose directement manœuvre mal réalisée et manœuvre bien réalisée (en observant uniquement les cas pour lesquels une manœuvre a bien été tentée), le taux de manœuvre mal réalisée atteint 80,7% ce qui est considérable.

## 5.2 EDA prospectives

L'objectif recherché dans cette section est de réaliser une analyse critique des collectes de données sur les DRM afin de proposer des axes de progrès pour de futures enquêtes.

La détermination des contre-mesures de sécurité et leurs évaluations nécessitent que les problèmes soient clairement identifiés. Pour cela, il est nécessaire de mettre en place un système d'information des accidents de la route le plus complet possible et d'outils appropriés à leur analyse.

Généralement, un système d'information repose sur 3 types de données :

- Les données dites macro-accidentologiques ou agrégées. Elles doivent permettre d'établir une analyse descriptive des problèmes et de déterminer les enjeux principaux et les grandes tendances. Ces données d'accidents doivent donc être la plus représentative possible du problème traité. Ces bases de données se caractérisent généralement par un échantillon très grand mais un faible niveau de description, avec moins d'une centaine de variables pour chaque enregistrement (accident). Ce sont des bases de données telle que le BAAC (Bulletin d'Analyse des Accidents Corporels) en France géré par l'ONISR, ou CARE (Community database on Accidents on the Roads in Europe) et IRTAD (International Road Traffic and Accident Database) au niveau européen.

- Les données micro-accidentologiques ou désagrégées. Elles permettent d'étudier dans le détail les caractéristiques liées à un type d'accident. Elles sont généralement utilisées pour identifier des typologies, les causes, les processus les mécanismes accidentels et lésionnels entre autres. Ces bases de données peuvent être ciblées sur une problématique précise. Contrairement aux précédentes, ces bases de données possèdent un très grand nombre d'information (quelques milliers de variables) sur un échantillon de taille réduite. Elles sont généralement réalisées par des équipes pluridisciplinaires et spécialisées. Ce sont des bases de données type EDA (Études Détaillées d'Accidents) telle que réalisées par l'INRETS ou le LAB. Dans le domaine des DRM, on trouve des bases de données telles que les bases MAIDS et RIDER évoquées ci-dessus.
- Les données dites d'exposition. Ce sont des données qui permettent de caractériser une population donnée. Elles permettent de réaliser des analyses du risque. Les données d'exposition les plus répandues sont très générales (dénombrement de la population, pyramide des âges, parc véhicule, déplacements, kilomètres parcourus, etc.) mais elles peuvent parfois être très ciblées (nombre de personnes qui freinent en situation d'urgence, nombre d'enfant situé en place arrière dans un dos à la route, etc.) et donc difficiles d'accès.

En ce qui concerne les DRM, les principales faiblesses sont les suivantes :

- Sur les données macroscopiques : la principale difficulté rencontrée repose sur l'identification des véhicules. Si certaines catégories ont été identifiées (cyclomoteur, scooter immatriculé, motocyclette, side-car), il reste cependant difficile de clairement identifier les véhicules de cylindrée inférieure à 125 cm<sup>3</sup> et les scooters par exemple. De même aucune distinction n'est faite entre les obstacles mobiles de type véhicule.
- Sur les données microscopiques : les études les plus récentes permettent de répondre en grande partie aux différentes analyses demandées. Cependant, on peut remarquer une certaine inégalité dans la couverture des différents composants : si la partie caractéristique véhicule est très largement développée, celles relatives à la situation pré-accidentelle, au facteur humain et à l'identification des causes sont souvent sous exploitées. Une grande faiblesse rencontrée dans les accidents de DRM reste la question relative à la reconstruction des accidents de DRM (dynamique, remontée des vitesses, déformations, etc.). Si dans le domaine automobile des données de références sur les chocs existent, celles pour les DRM sont quasiment inexistantes ou inaccessibles. Comme cela a été développé dans le Chapitre 3 du présent rapport, de grands progrès restent à accomplir dans ce domaine. Une autre difficulté repose aussi sur le renouvellement et l'évolutivité de la collecte pour tenir compte des changements dus au contexte mais aussi des avancées réalisées par chaque nouvelle étude. Enfin, il est indispensable de déterminer une structure commune pour les bases de données françaises pour les DRM.
- Sur les données d'exposition : C'est là que le manque est le plus important. La difficulté principale réside dans le fait qu'il y a autant de données d'exposition que d'analyses du risque et cela est pratiquement impossible à réaliser. Des tentatives ont été réalisées notamment dans le projet MAIDS, mais cela reste très insuffisant. Cependant, certaines thématiques pourraient être déterminées afin de répondre aux besoins essentiels car aujourd'hui sur le thème du DRM le manque est flagrant.

Les principaux axes de progrès relatif au système d'information sur les accidents de DRM que nous avons identifiés sont :

- Une meilleure identification du type de DRM dans la base de données du BAAC ;
- La proposition d'une structure commune relative aux données sur le DRM dans le cadre des EDA ;
- L'amélioration des connaissances sur la dynamique et la reconstruction cinématique des accidents de DRM ;
- La mise en place d'études spécifiques liées aux données d'exposition et ciblée sur la population des DRM.

### 5.3 Conclusion

L'évolution du contexte économique (pouvoir d'achat, flambée des prix du pétrole, augmentation des ventes de DRM, optimisation des temps de trajet, etc.) et la modification peu à peu du visage de l'accidentologie en France depuis l'introduction du contrôle automatisé, font que les DRM deviennent de plus en plus une des priorités en terme de sécurité avec les piétons. Ceci devient d'autant plus préoccupant avec l'engouement que ce type de transport suscite, « passion » aujourd'hui beaucoup plus fondée sur les tolérances acceptées dans la circulation que part le réel plaisir de liberté.

Améliorer la sécurité, c'est de pouvoir avant tout identifier clairement les problèmes. Pour ce faire un des outils indispensables reste la collecte de données d'accidents, socle de toutes les analyses.

Pour cela, un système d'information sur les accidents de la route doit être utile, performant pour identifier les problèmes, déterminer des contre-mesures et évaluer leur efficacité, complet pour permettre des analyses descriptives, détaillées et d'évaluation du risque, adapté au problème traité et évolutif pour tenir compte des dernières avancées.



## 6 Observation des situations de trafic (Tâche 5)<sup>1</sup>

La tâche 5 du projet 2RM a eu pour objectif de mettre en place une analyse des comportements des deux-roues motorisés par l'observation d'événements réels sur des sites connus pour être accidentés.

### 6.1 Introduction

L'objectif de l'étude est d'identifier puis d'analyser les différentes situations de trafic auxquelles sont confrontés les usagers de deux-roues motorisé (DRM) et notamment les situations dans lesquelles ils sont en interaction avec les autres usagers. L'analyse des conflits de trafic nous éclaire sur le comportement des usagers en situation de presque accident. Elle constitue ainsi une méthode potentiellement complémentaire à l'approche accidentologique. Une confrontation des données d'observation avec une analyse préalable des accidents étudiés dans le cadre du projet RIDER (2005) permettra la mise en évidence de certaines caractéristiques différenciant un conflit d'un accident. La meilleure connaissance des conflits et donc des situations auxquelles sont confrontés les usagers de DRM permet d'envisager des contre-mesures destinées à éviter les situations accidentelles.

L'observation et l'analyse des conflits de trafic ont été réalisées à partir d'enregistrement vidéo du trafic sur des sites accidentogènes pour les deux-roues. Nous avons opté pour des sites accidentés, même si, a contrario, l'absence d'accident peut révéler de bonnes pratiques des aménageurs et des usagers eux-mêmes.

Nous proposons ici une méthodologie basée sur l'analyse des trajectoires et de la structuration du trafic autour du DRM. La méthode utilisée, basée sur le recueil d'information via une caméra fixe, ne permet pas le recueil d'éléments expliquant les actions et les erreurs des usagers (motivations, performances, défaillances) ni des caractéristiques cinématiques et dynamiques du déroulement du conflit (telles que la vitesse, l'accélération, le temps de réaction, etc.). Une analyse experte au cas par cas associée à une observation des lieux, des conditions de trafic et de l'aménagement du site permet cependant d'émettre des hypothèses vraisemblables.

### 6.2 Contexte

#### 6.2.1 Contexte historique

Le concept de conflit de trafic est né aux Etats-Unis dans les années 60. La première Technique des Conflits de Trafic (TCT) connue a été développée en 1968 par General Motors. L'objectif était d'évaluer l'influence du fonctionnement des équipements des véhicules sur les risques accidentels et d'identifier les problèmes de sécurité dans les différents types de véhicule de la marque.

En 1977, une coopération internationale « Traffic Conflicts Workshop » est organisée pour donner une définition commune à la notion de conflit de trafic, comparer et harmoniser les Techniques de Conflit de Trafic élaborées par les différentes équipes. L'ICTCT<sup>2</sup> (Comité International pour les Techniques de Conflits de Trafic) est créé en 1979 (Older et Shippey, 1979). De nombreux chercheurs du domaine aboutirent à la définition suivante pour désigner un conflit de trafic :

« Un conflit de trafic est une situation observable dans laquelle deux usagers ou plus s'approchent l'un de l'autre dans le temps et l'espace à un tel point que la collision est imminente si leurs mouvements restent inchangés. »

#### 6.2.2 Les limites de l'accidentologie

Depuis de nombreuses années, le danger lié à la circulation routière se mesure en termes d'accidents plus particulièrement en termes d'accidents corporels. Cependant, cette approche présente des difficultés méthodologiques pour les raisons suivantes :

- Les accidents corporels se produisent et se localisent en partie de manière aléatoire. Les accidents passés ne sont pas un indicateur parfait des accidents futurs.

<sup>1</sup> Le lecteur trouvera une description détaillée de cette partie dans l'annexe scientifique R 5 - Rapport scientifique Tâche 5 : "Observation des situations de trafic (Hermitte et al, 2008).

<sup>2</sup> International Cooperation on Theories and Concepts in Traffic safety.

- Les accidents corporels sont statistiquement rares.
- Tous les accidents ne sont pas rapportés et les données statistiques des accidents sont souvent incomplètes et ne rendent que partiellement compte de la véritable nature du danger.

Par conséquent, d'autres indicateurs du danger sont utilisés pour compléter l'information apportée par ces données. Pour être utiles, les indicateurs doivent répondre aux critères suivants :

- présenter une capacité de prédiction de l'insécurité future,
- pouvoir se mesurer simplement pour une facilité d'utilisation
- et disposer d'un bon degré de fiabilité et être suffisamment descriptifs pour permettre la reconstitution des processus générateurs d'insécurité.

Les techniques de conflits de trafic (TCT) ont donc été construites pour satisfaire ces critères et doivent permettre d'estimer en trois jours le nombre moyen d'accidents alors qu'il faut 3 ans pour obtenir les mêmes résultats sur la base des données d'accident. Une TCT doit constituer un indicateur riche et décrire le déroulement d'événements de circulation à un niveau au moins intermédiaire entre celui d'un bordereau statistique et celui d'un procès verbal détaillé.

### **6.2.3 Structure d'une technique des conflits de trafic**

Des éléments essentiels permettent le recueil de données des conflits de trafic et leur utilisation : la description opérationnelle, l'échelle de sévérité, les procédures d'observation.

#### **6.2.3.1 La description opérationnelle précise du conflit.**

La description opérationnelle est la description de la manière dont les conducteurs réalisent leur manœuvre. Elle permet d'assurer une bonne fiabilité de détection du conflit telles que la reconnaissance de l'évitement d'urgence et la détermination du seuil de détection des conflits.

#### **6.2.3.2 La définition de l'échelle de sévérité**

L'événement observé est plus ou moins proche d'une collision. Par conséquent, les conflits peuvent être classés sur une échelle de sévérité, fonction du degré d'urgence de l'évitement c'est-à-dire fonction de la marge de manœuvre avant le choc potentiel :

Le conflit est léger lorsque l'évitement est bien effectué par l'un au moins des usagers. L'observateur n'a guère de doute sur l'issue finale car l'usager a une grande marge de manœuvre (temps avant la collision potentielle, distance par rapport au point de choc, vitesse et espace disponible pour un déport latéral). Ce genre de conflit est parfois difficile à distinguer d'une phase normale de conduite.

Le conflit moyen concerne un évitement qui se distingue très nettement d'une manœuvre maîtrisée à travers son déclenchement brusque et son intensité. L'observateur voit néanmoins assez rapidement que la collision est peu probable.

Le conflit est sévère lorsque l'observateur croit à la collision. Le choc est évité de justesse par une manœuvre d'urgence brutale et intense.

Cette notion de sévérité est difficile à cerner. L'enquêteur doit assimiler de nombreux facteurs en même temps. Il est à noter que les conflits légers constituent en général l'essentiel des données recueillies.

#### **6.2.3.3 Les procédures d'observation et de recueil des données.**

Elles permettent de définir les moyens techniques et humains à mettre en place pour enregistrer les conflits. Deux dispositifs d'observation peuvent être mis en place lors d'une enquête sur les conflits de trafic : le dispositif objectif ou subjectif.

##### **➤ Dispositif d'observation objectif**

Le dispositif d'observation des conflits de trafic est dit « objectif » lorsqu'il est réalisé à partir de films vidéo et qu'il fait appel à des instruments de mesures (distance minimale entre deux usagers, temps disponible pour l'évitement avant le choc potentiel).

Une TCT entièrement objective et automatisée nécessite l'utilisation d'un magnétoscope associé à un ordinateur pour le dépouillement des images. L'avantage de cette TCT est qu'elle permet une exhaustivité dans le recueil de données. Tous les conflits sont effectivement détectés. De plus, elle permet également de re-visualiser un événement autant de fois que nécessaire. Cela nécessite que le

conflit soit entièrement déterminé à partir d'éléments mesurables. De plus, son coût est élevé et le temps pour le traitement de l'information est long.

Une autre alternative est le recueil de données semi-objectif. Il s'agit de dépouiller les films manuellement. Cette solution peut accompagner une description opérationnelle des conflits aussi bien objective que subjective. Comme la TCT objective, elle offre également la possibilité de revoir un événement et la durée de traitement des données est importante, elle est cependant moins fiable mais elle est moins onéreuse et plus flexible.

➤ Dispositif d'observation subjectif

Le dispositif d'observation des conflits de trafic est dit « subjectif » quand il se fonde sur le jugement des observateurs. Cette méthode n'est toutefois pas celle qui a été retenue pour la présente étude.

#### 6.2.3.4 Détection d'un conflit de trafic

Pour être en présence d'un conflit de trafic, quatre éléments sont requis : une interaction entre au moins deux usagers, un point de choc potentiel, une manœuvre d'évitement et l'interruption du processus de collision.

#### 6.2.4 Contexte accidentologique

L'accidentologie des DRM nous permet d'identifier les variables caractéristiques des accidents qui reflètent les conditions temporelles et spatiales de leur accidentalité.

Les accidents sont plus fréquents les mois d'été (juin à octobre) et moins fréquents les mois d'hiver (novembre à mars). Les accidents sont nombreux le vendredi mais pour le reste de la semaine (lundi au vendredi) la répartition des accidents est proche. Nous pouvons donc réaliser nos observations n'importe quel jour de la semaine puisque cette variable n'est pas très significative. Les accidents se produisent le plus souvent entre 17h et 19h. Pour observer le maximum de conflits de trafic, la circulation doit être dense mais pas saturée. La circulation est généralement dense aux heures de pointe (7h-9h et 17h-19h). Nous avons donc privilégié ces horaires pour l'observation du trafic. Les accidents sont plus nombreux le jour, mais sont plus graves la nuit. Nous avons effectué les observations le jour pour des raisons techniques (vidéo).

Les accidents sont plus nombreux sur les voies communales mais ils sont plus graves en rase campagne. Ils sont plus nombreux en milieu urbain qui est plus propice aux interactions entre les usagers notamment avec la présence d'intersection. D'ailleurs, les accidents se produisent majoritairement en intersection. Les accidents les plus fréquents impliquant un DRM sont des collisions avec un véhicule léger. C'est pourquoi nous concentrerons notre observation sur les conflits de trafic entre les DRM et les véhicules légers.

### 6.3 Méthode d'observation de conflit de trafic

#### 6.3.1 Type d'observation

Nous avons retenu un dispositif d'observation des conflits objectif et semi automatisé. Il est réalisé à partir de films vidéo et d'un dépouillement réalisé manuellement par un chercheur. En accord avec les contraintes légales et techniques, les différentes observations ont été réalisées à partir d'un pont situé au dessus d'une nationale ou d'une autoroute à l'aide de caméras fixes positionnées sur un trépied.

#### 6.3.2 Période d'observation

En théorie, pour observer des conflits de trafic, toutes les conditions de visibilité et de circulation doivent être représentées. Cependant, il est possible de concentrer le recueil autour des périodes les plus accidentées. Les périodes d'observation et le choix des sites d'observation ont été déterminés en fonction de celles-ci.

Nous avons établi un planning d'observations sur une période de 4 mois du 01<sup>er</sup> avril au 31 juillet 2007. Le premier mois est réservé aux tests, suivi de 3 mois d'observations. Chaque site est observé deux jours de 8h à 10h (jour 1) et de 16h à 18h (jour 2).

### 6.3.3 Sites d'observation

Les observations ont été réalisées dans l'Essonne. Les données statistiques de ce département comparées aux statistiques nationales selon différents critères tels que le mois, le jour, l'heure et la catégorie de routes montrent que les caractéristiques sont très proches des caractéristiques nationales.

Compte tenu de la variété de scénarios d'accidents impliquant un DRM et un véhicule léger, nous réalisons ces observations à la fois en intersection et hors intersection afin d'observer le maximum de conflits en situations diverses.

### 6.3.4 Acquisition des données

Des tests ont été réalisés afin d'évaluer la méthode choisie. Ils mettent en évidence les difficultés liées à ce dispositif d'observation telles que les masques à la visibilité (mobilier urbain, masque mobile), le positionnement de la caméra (localisation et hauteur), le matériel utilisé.

L'étape d'acquisition de données est longue. Les observateurs sortent tous les jours sur les sites pendant trois mois. Le calendrier établi a été respecté pour la majorité des sites et 106 heures de films vidéo ont été enregistrées.

Les principales difficultés rencontrées lors de la réalisation de ces observations étaient liées d'une part à la présence des observateurs sur le site. En effet, il est nécessaire de rester discret afin de ne pas influencer le comportement des conducteurs et d'introduire un biais méthodologique à l'observation. D'autre part, le positionnement de la caméra conditionne la qualité des informations recueillies.

Une observation de la circulation et du contexte est donc nécessaire au préalable.

Pendant les périodes d'observation peu de conflits de trafic ont été identifiés. Nous avons pris l'option d'étendre l'analyse aux comportements et aux interactions potentiellement conflictuels, même s'ils ne définissent pas des "conflits" au sens strict.

### 6.3.5 Paramètres observés

#### 6.3.5.1 Le comportement

Les comportements qui ont été retenus comme potentiellement conflictuels sont ceux qui s'écartent des prescriptions du code de la route.

#### 6.3.5.2 L'interaction

Nous distinguons deux types d'interaction qui définit une échelle de sévérité:

Une interaction sera dite "simple" lorsque l'observateur constate que les usagers effectuent leur déplacement sans avoir à modifier leurs trajectoires et/ou leurs manœuvres en fonction des autres usagers présents simultanément sur les lieux.

Une interaction sera dite "complexe" lorsque l'observateur constate que deux ou plusieurs usagers doivent modifier leurs trajectoires et/ou leurs manœuvres en fonction des autres usagers présents simultanément sur les lieux.

#### 6.3.5.3 Le conflit

L'observation des situations de trafic ne permet pas de différencier un conflit léger d'une interaction complexe, nous avons donc choisi de garder deux niveaux de sévérité dans l'échelle des conflits : les conflits moyens et les conflits sévères (voir ci-dessus).

Etant donné la difficulté à détecter le point  $t_0$  (naissance) du conflit de trafic qui est de plus évolutif, il est observé comme un processus suivant une chronologie similaire à celle de l'accident. Il faut considérer le point du conflit de trafic comme le point de choc potentiel.

#### 6.3.5.4 Le modèle d'analyse

Le modèle C (comportement). I (interaction). C (conflit de trafic) est un modèle d'analyse (Figure 19) conçu pour étudier et comparer les différentes situations de trafic.

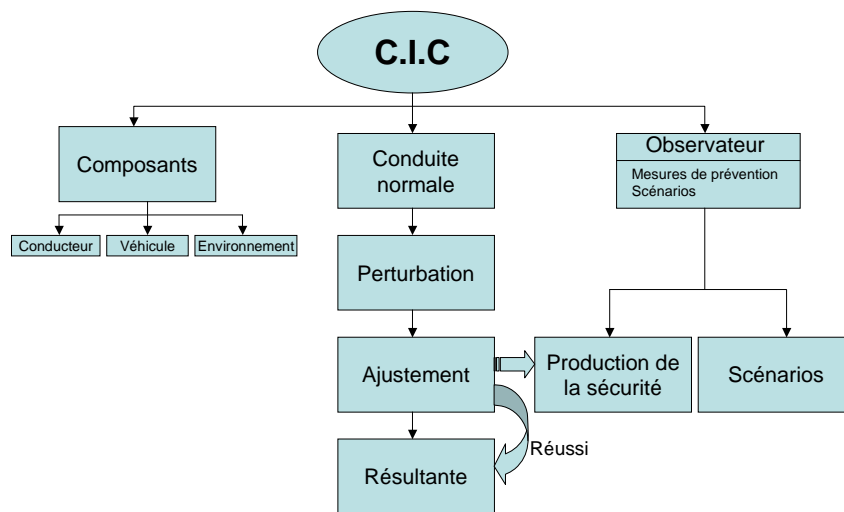
Ce modèle s'inspire dans sa conception de l'approche systémique. Il permet d'analyser la succession des événements conduisant au conflit et d'identifier les acteurs et leur implication.

Les composants du système sont déclinés selon les 4 aspects du modèle :

◆ **Conducteur**

- ✓ Aspect ontologique (les composants du système) : catégorie d'usagers (DRM/AV), tenue vestimentaire DRM, présence d'un passager sur le DRM, port du casque
- ✓ Aspect fonctionnel (les fonctions liées à la conduite) : perception, diagnostic, pronostic, décision, action
- ✓ Aspect séquentiel (la représentation séquentielle des évènements) : conduite normale, perturbation, ajustement, résultante
- ✓ Aspect téléologique (la finalité des manoeuvres) : stratégie (itinéraire planifié), tactique (positionnement longitudinal et transversal par rapport à l'infrastructure), opérationnel (dynamique du véhicule, signalisation en fonctionnement)

**Modèle d'analyse C.I.C**



**Figure 19 : Modèle CIC (Comportement Interaction Conflit de trafic)**

◆ **Véhicule**

- ✓ Aspect ontologique : catégorie DRM/AV, couleur AV/DRM, clignotant en fonctionnement, feux en fonctionnement (y compris les feux de détresse)
- ✓ Aspect fonctionnel : comportement spécifique induit par le véhicule (remonter les files, se faufiler entre les files...)
- ✓ Aspect transformationnel (la transformation du système) : dynamique du véhicule (accélération, freinage...)

◆ **Environnement**

- ✓ Aspect ontologique

Infrastructure : nom du site, localisation, type de route, site en intersection, type d'intersection, zone d'approche, type de géométrie, tracé en plan, profil en long, voie particulière, type de surface.

Trafic : pas de trafic, trafic léger, trafic modéré, trafic soutenu (mais circulant), trafic congestionné.

Conditions météorologiques : clair/ normal, temps couvert, pluie, vent, brouillard, temps éblouissant.

- ✓ Aspect fonctionnel

Infrastructure : réglementation, habitude des usagers sur un lieu par rapport à la réglementation et aux trajectoires pratiquées, facilités des trajectoires par rapport aux différentes catégories de véhicules.

✓ Aspect génétique

Infrastructure : état de la chaussée, état de la surface, générateurs de trafic de piétons ou de véhicules, vision du conducteur en longitudinale (masque à la visibilité), vision en latéral en intersection (masque à la visibilité)

On trouvera une description détaillée des différentes variables utilisées pour l'analyse dans l'annexe scientifique R5 du projet 2RM (Hermitte et al, 2008).

## 6.4 Résultats

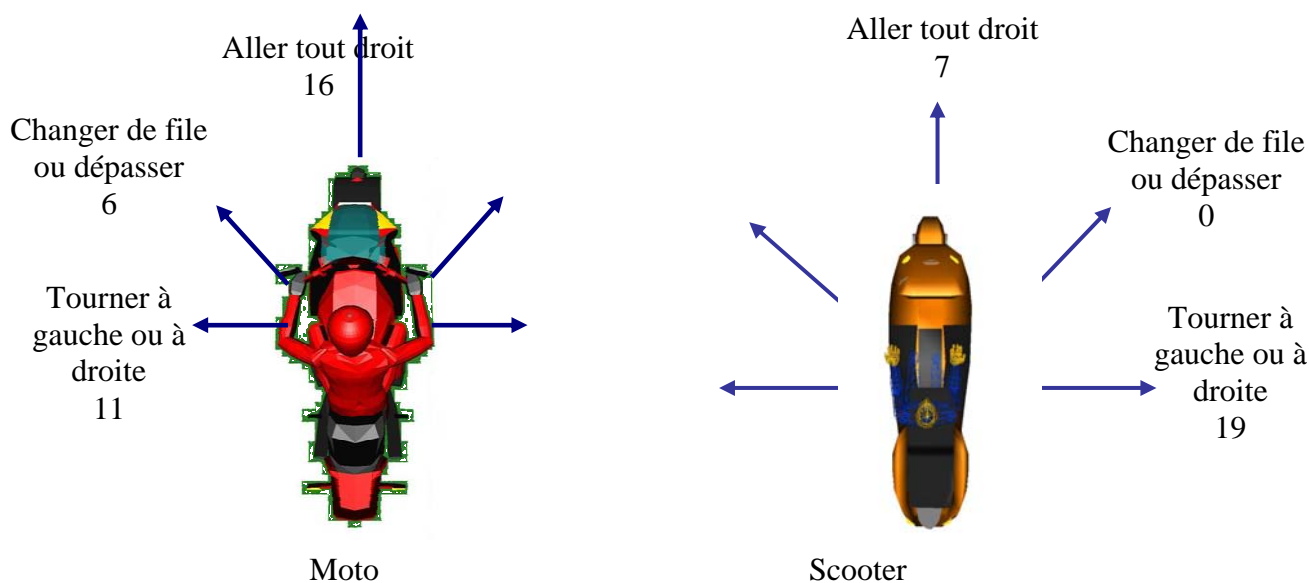
L'analyse au cas par cas des interactions et conflits de trafic observés sur les sites sélectionnés s'est attachée à décrire la succession d'évènements qui a conduit à ces situations. La description de la situation en conduite normale, avant l'observation d'une interaction entre usagers, permet de connaître leurs conditions de conduite.

59 Interactions et Conflits ont donc été retenus. Chacun d'entre eux a fait l'objet d'une description et d'une analyse basées sur le modèle CIC (Comportement Interaction Conflit) développé ci-dessus.

L'échantillon est constitué de 33 motocyclettes ( $\geq 125 \text{ cm}^3$ ), 3 cyclomoteurs et 23 scooters. Pour des besoins de simplification nous n'avons conservé que 2 types de DRM les motocyclettes et les scooters.

### 6.4.1.1 La stratégie des DRM

Description de la stratégie en conduite normale :



La divergence de stratégie constatée dans notre échantillon entre les motocyclistes et les scooters peut être expliquée en partie par la différence de maniabilité des 2 types de véhicules. En effet, le scooter plus léger est plus maniable. Les conducteurs de scooters tournent ainsi plus facilement et plus rapidement contrairement aux motocyclistes qui doivent se préparer à tourner et donc réalisent leur manœuvre avec plus de modération. Il est logique alors de rencontrer moins de conflit de trafic entre un motocycliste qui tourne et un autre véhicule.

### 6.4.1.2 Le comportement - le positionnement

L'observation vidéo des deux populations de DRM montre qu'il n'y a pas de différence de positionnement entre les motocyclettes et les scooters.

Nous observons que 4 motocyclettes sur 8 empruntent l'intérieur du giratoire pour aller tout droit contre 2 sur 10 scooters. De même 3 motocyclettes sur 6 doublent et parmi ceux-ci 2/3 pour tourner à droite alors qu'ils sont 4/6 en scooter pour réaliser cette manœuvre.

### 6.4.1.3 La vitesse - l'allure

L'allure de circulation la plus fréquente est la « vitesse constante » pour les deux populations de DRM quelque soit la manœuvre de conduite réalisée (64% et 78% respectivement). Cependant, lorsque le DRM tourne, la proportion de vitesse constante chez la motocyclette est nettement inférieure (55%) à celle des scooters (78%). Il apparaît que quoiqu'il arrive, le conducteur de scooter tend à ne pas changer son allure en fonction du trafic. Cette observation peut s'expliquer par le fait que le scooter <125 cm<sup>3</sup> est d'une part bridé à 45 km/h (théoriquement). D'autre part, la souplesse de conduite d'un scooter incite à une fluidité d'insertion dans le trafic.

### 6.4.1.4 La perturbation

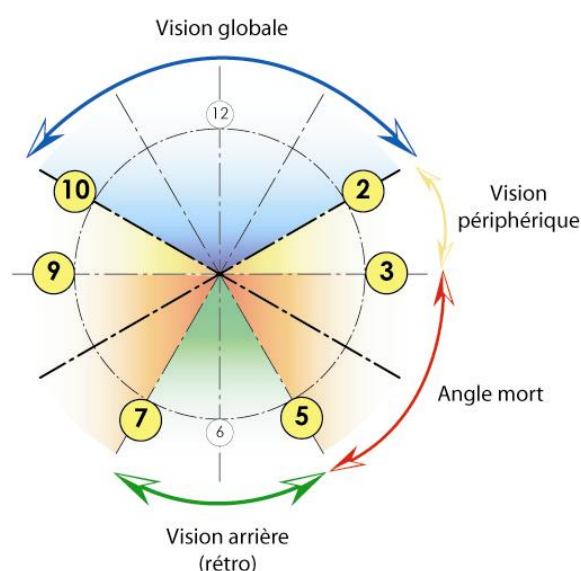
La perturbation générée par les motocyclettes est principalement liée à la trajectoire de ceux-ci (remontée des files, erreur de trajectoire, dépassement ou changement de voie), alors que celle générée par les scooters est principalement liée au non respect des règles de circulation (insertion dans giratoire sans laisser la priorité, circule sur voie opposée, dépasse entre trottoir et véhicule).

### 6.4.1.5 Les éléments explicatifs

Les éléments qui expliquent ces perturbations sont de 2 natures : endogènes au conducteur et exogènes. Les motocyclettes présentent en premier lieu des facteurs exogènes associés aux perturbations, et en second lieu une association de facteurs exo et endogènes. Les scooters présentent principalement une association des deux types de facteurs. Les motocyclettes sont ainsi plutôt gênées par l'autre usager (exogène), par sa trajectoire, par son démarrage au moment de sa propre manœuvre et présentent également des problèmes de jugement. Les scooters sont gênés par le trafic, qui est dense, mais présentent des problèmes de choix de trajectoire et une prise de risque volontaire par non respect de la réglementation par exemple.

### 6.4.1.6 La provenance du véhicule adverse

La répartition horaire de l'origine du véhicule adverse pour le véhicule considéré permet de visualiser de quelle manière les usagers ont été en interaction. L'observation des situations de trafic montre que globalement pour tous types de DRM confondus, le véhicule adverse se situe soit en position frontale (11h à 1h) soit à droite (2h à 5h) avec autant d'effectif dans le champ de vision périphérique que dans l'angle mort du DRM.



Si nous considérons à présent les deux catégories de DRM sélectionnées, il apparaît que les scooters et assimilés sont plutôt confrontés à des véhicules adverses dans le champ de vision périphérique alors que les motocyclettes sont principalement confrontées à des véhicules situés dans leur angle mort.

Cette remarque trouve une explication dans la manière dont les deux catégories de véhicules circulent et s'intègrent au trafic. Les premiers (scooters) s'insinuent alors que les seconds (motocyclettes) s'insèrent. En effet les motocyclettes ne possèdent pas la même fluidité d'insertion que les scooters et

assimilés. Ceux-ci moins encombrants et plus faciles à manier (pas de passage de vitesse, plus réactifs) se faufilent dans la circulation et sont confrontés à des véhicules circulant au même niveau qu'eux, et donc dans leur champ de vision périphérique.

Les véhicules adverses sont confrontés à des DRM venant en frontal ou de côté et principalement de la gauche. En situation accidentelle (RIDER), d'une façon générale, les DRM sont confrontés à des véhicules adverses qui se positionnent sur leur droite ou devant eux.

Les conducteurs des véhicules adverses sont confrontés à des DRM venant de leur gauche dans le champ de vision périphérique, en frontal pour toutes les catégories de DRM. Nous observons également pour les >125 cm<sup>3</sup> un effectif non négligeable dans l'angle mort des véhicules adverses. Cet état de fait conforte les résultats accidentologiques sur les problèmes perceptifs.

Nous remarquons que la différence fondamentale entre les situations de trafic et les situations accidentelles est le positionnement relatif des DRM et des véhicules adverses. En effet, en situation de trafic les véhicules adverses sont confrontés à des DRM venant en frontal (11h à 1h), de gauche et de droite (vision périphérique et angle mort) alors qu'en situation accidentelle, les DRM viendront principalement en frontal (11h à 1h) et de gauche (vision périphérique).

#### 6.4.1.7 L'ajustement - la manœuvre d'urgence

L'ajustement est l'action réalisée par le conducteur pour éviter la collision. Ce terme s'applique aussi bien aux interactions et conflits de trafic qu'aux accidents. En terme d'ajustement nous avons retenu la décélération, le freinage, l'arrêt, le déport et éventuellement aucun ajustement. En situation de trafic, l'ajustement a été identifié par le mouvement relatif des véhicules, par les feux stop, par l'observation générale de la situation.

Dans 12% des cas le conducteur de motocyclette ne régule pas. C'est alors le véhicule adverse qui régule la situation. Dans les autres cas (88%) les 2 véhicules impliqués régulent simultanément ou successivement.

Les conducteurs des scooters ne régulent pas dans 30% des cas ! Ils continuent leur manœuvre. Dans les autres cas les 2 véhicules impliqués régulent simultanément ou successivement.

Le conducteur de motocyclette qui régule freine principalement (le deuxième ajustement étant la décélération) alors que le conducteur de scooter décélère ou ne fait rien (effectifs égaux).

Le choix des sites et des créneaux horaires a influencé les conditions de trafic. On remarque que les situations observées se situent principalement sur giratoire avec un trafic dense, voire même congestionné. Cet état de fait conditionne alors l'espace, le temps et les vitesses respectives des véhicules circulant.

Nous remarquons qu'en situation accidentelle (RIDER), c'est également le DRM qui ajuste et principalement avec un freinage. La notion de décélération n'apparaît pas. Cela peut s'expliquer par l'urgence de la situation entraînant une manœuvre que l'on qualifie d'urgence et non plus d'ajustement.

#### 6.4.1.8 Comparaison des situations de trafic et des situations d'accident

La remarque générale est que les conditions d'observation des situations de trafic ne sont pas exactement le reflet des conditions des situations d'accident.

**Tableau 7 : Comparaison conflit/interaction et accident.**

	Interactions/conflits de trafic	Accidents en intersection (RIDER)
Conditions générales	Vitesses faibles	Vitesses élevées
	Trafic dense (heures de pointe)	Variété de trafic
	Pas de delta de vitesse	Grands delta de vitesses
	De jour	De jour (80%)
	DRM plutôt actif primaire	DRM plutôt non responsable
	En intersection	Intersection et giratoire 30%
Ajustement	Anticipation	Manque de temps pour que l'ajustement soit efficace
	Ajustement par le motard principalement	Ajustement par le motard principalement
	Décélération/freinage	Freinage et écarts
Défaillance fonctionnelle	Peu de problème de perception même si tardive car ajustement et évitement de l'accident.	Problème de perception des véhicules adverses (53% de leurs défaillances)
		Problème de jugement pour les DRM (diagnostic, pronostic et décision (72% de leurs défaillances)
Facteurs explicatifs	Facteurs exogènes au DRM (70%)	Facteurs endogènes 88% pour les 2R et 76% pour les véhicules adverses

Il apparaît clairement que la notion de vitesse, fonction notamment de la densité de trafic est un facteur support du basculement du conflit vers l'accident. De plus, cette notion de vitesse définit le temps à l'obstacle. Plus la vitesse est élevée, plus le temps à l'obstacle est court, à distance égale. Les conducteurs impliqués en situations d'accident disposent de peu de temps pour ajuster leur trajectoire ou réduire leur vitesse. Ceci est notamment accentué par les écarts de vitesse constatés entre les 2 véhicules impliqués. La vitesse joue également un rôle sur le champ de vision utile, ce qui peut expliquer les problèmes de perception rencontrés chez les conducteurs de véhicules adverses.

En observation de trafic, il est difficile de conclure qu'il y a ou non problème de perception. Cependant l'observation des ajustements réalisés par les protagonistes montre que même si la perception est tardive, elle est effective. En situation accidentelle, les problèmes de perception ont été clairement établis, en lien notamment avec les différentiels des vitesses. Il serait ainsi utile d'observer des conflits de trafic sur des sites supportant un trafic moins dense et des vitesses plus élevées. Cela implique peut-être un choix de sites moins accidentogènes mais révélateurs d'interactions et de presque accidents.

## 6.5 Conclusion : Apport des situations de trafic à la compréhension de l'accident

Bien que les conditions des situations de trafic observées et des accidents soient différentes du fait des sites choisis et du trafic présent, l'étude de situations de « presque accident » peut apporter des informations utiles à la compréhension des mécanismes accidentels.

On constate que les conducteurs de DRM et principalement de motocyclettes sont plutôt générateurs des conflits. Ce résultat s'explique par des usages de circulation consentis de part et d'autre et par la dynamique elle-même du véhicule. Ils sont alors moteurs dans la gestion de l'ajustement. Mais bien que le conducteur du DRM soit générateur du conflit, les faibles vitesses pratiquées dans un trafic dense lui permettent d'ajuster avec succès.

En situation d'accident, par contre, les modes de circulation impliquent des voies et trajectoires concourantes qui se gèrent beaucoup moins bien, d'une part parce que le conducteur du véhicule adverse présente principalement des problèmes de perception de l'autre usager et également parce que les vitesses pratiquées, et surtout les différentiels de vitesses, sont nettement plus élevés que dans les situations de trafic observées.

Les accidents pourraient ainsi se qualifier généralement comme des conflits dans lesquels les vitesses relatives plus élevées ne permettraient pas une perception adéquate par les conducteurs de véhicules légers et rendraient la manœuvre d'ajustement des DRM caduque.

Cette analyse comparative des situations observées et des accidents, permet ainsi de relever les éléments déterminants qui font basculer la situation de conflit vers une situation accidentelle. Au coeur du problème se retrouvent la perception ainsi que les vitesses et surtout les différentiels de vitesse. Améliorer la perception et baisser les différentiels de vitesse constituent par conséquent deux voies prometteuses de la diminution de l'accidentalité des deux-roues motorisés.

## 7 Etude sociologique des représentations (Tâche 6)<sup>1</sup>

### 7.1 Introduction

Le projet 2RM a comme objectif général de mieux cerner l'accidentologie des motocyclistes et d'apporter des éclairages sur des comportements à risque, notamment entre motocyclistes et automobilistes. La tâche 6 de ce projet est dédiée à la fourniture d'éléments de connaissance sur les représentations sociales et les comportements potentiellement accidentogènes de la part des motocyclistes. La cohabitation entre les automobilistes et les motocyclistes, notamment en situation de mobilité urbaine et périurbaine, présente en effet aujourd'hui un terrain d'enquête important dans le domaine de la sécurité routière en France. Etant donné la forte augmentation du parc des deux-roues motorisés, les motocyclistes présentent une population de plus en plus importante, notamment en agglomération.

### 7.2 Méthode

La contribution sociologique au projet 2RM s'est appliquée à deux dimensions : une analyse sociologique du champ social des motocyclistes et de ses enjeux (description du champ, identification des acteurs, analyse des enjeux sociaux) et une analyse de la cohabitation entre motocyclistes et automobilistes dans la perspective du risque respectivement perçu. Devant le contexte de la mobilité urbaine, l'étude propose une analyse de la figure sociale du motocycliste d'aujourd'hui. L'aspect culturel est central dans cette partie du projet : il s'agit de cerner les représentations sociales que les motocyclistes possèdent d'eux-mêmes, comment ils distinguent les enjeux qui leur sont spécifiques par rapport aux autres modes de transport et comment ils perçoivent les risques qu'ils encourent dans la cohabitation routière de tous les jours.

Afin de rassembler des données sur ces dimensions, qui apparaissent comme très peu renseignées sur le plan des sciences humaines et de la société, l'équipe projet a procédé à une étude de terrain, en s'intéressant aux dimensions macro- et microsociologiques de la cible qui furent investiguées selon les étapes suivantes :

- Un panel expert
- Des Focus Groups, ou « Groupes de discussions »
- Un panel motocyclistes
- Un panel automobilistes
- Un panel motocyclistes accidentés
- Un Questionnaire

Pour l'ensemble des démarches qui ont été entreprises durant les différentes phases de terrain, deux aspects sont centraux. Premièrement, il s'agit, via les entretiens, une analyse bibliographique et un "corpus" sémiotique (documents et supports qui mettent en scène les divers univers de référence de la "culture moto"), de récolter des représentations sociales autour de l'image sociale du motard. Le second aspect concerne la mise au point d'une approche qui permet de récolter des informations qui font ressortir le motocycliste comme un "porteur de risque" particulièrement exposé au sein du système routier. Pour ces deux aspects, la perspective sociologique autour d'un enjeu de sécurité routière prend tout son sens, car elle s'interroge sur l'existence d'une – hypothétique – "culture moto", qui agirait potentiellement comme prescripteur de comportements de la part des motocyclistes, différents de ceux des autres usagers de l'espace routier. Cet aspect culturel soulève le problème de communication entre les modes de transport, en l'occurrence entre motocyclistes et automobilistes, lié à des comportements routiers divers par rapport à un système d'interprétation propre à chaque mode de transport.

---

<sup>1</sup> Le lecteur trouvera une description détaillée de la question dans l'annexe Rapport scientifique Tâche 6 : "Contribution Sociologique : Les représentations croisées entre DRM et automobilistes" (Engel et al, 2008).

## 7.3 Résultats

### 7.3.1 Typologie DRM

Une typologie est proposée qui est constituée de cinq différents types de motard, chaque profil reprenant des traits de caractère qui sont apparus régulièrement dans les récits des personnes interrogées. Il s'agit d'une catégorisation dans le contexte d'une analyse qualitative, qui est basée sur les résultats des divers entretiens (experts, panel "motocyclistes" et panel "motocyclistes accidentés"). La typologie prend en compte les représentations sociales des DRM et des automobilistes. Elle se compose en cinq profils, de la façon suivante :

**Tableau 8 : Typologie sociologique des motards**

➤ Les « motards traditionalistes »	Conscience historique, passion, militants (actifs ou dans l'âme), ancrés dans le milieu associatif.
➤ Les « pros »	Revendication de la « maîtrise », respect de la règle, mais avec possibilité d'y déroger selon le contexte, passion
➤ Les « extrêmes »	Revendique la loi du plus fort, les règles sont pour les autres, individualiste, passion
➤ Les « opportunistes »	Associés majoritairement aux scooters, le DRM est en quelque sorte un outil pour se rendre au travail
➤ Les « novices »	En phase d'orientation, confusion par rapport à « quelle règle suivre », naviguent entre « sentiment d'immortalité » et « crainte de la chute »

Ces cinq profils se répartissent en deux grandes catégories. D'un côté les « traditionalistes », les « pros » et les « extrêmes » sont considérés comme des « vrais motards », les « opportunistes » et les « novices » font partie des « autres ». Les quatre premiers profils « motards traditionalistes », « pros », « extrêmes » et « opportunistes » reposent sur des catégorisations qui ont pu être construites en tant que résultantes de l'ensemble des diverses phases terrain. Le dernier profil des « novices » était le moins représenté parmi les personnes interrogées, mais apparaissait dans les Focus Groups.

Pour caractériser davantage les cinq profils de DRM, le schéma suivant (cf. tableau 8) les situe selon leurs attitudes, la façon dont les DRM se caractérisent et se distinguent eux-mêmes, et la façon dont ils sont perçus par les automobilistes.

**Tableau 9 : Profils, attitudes et motifs des DRM<sup>1</sup>**

	Passion	Responsabilité	Règle	Travail	Maîtrise	Engagement	Antagonisme	Risque
TRAD	++	++	+	(+)	+	++	-	-
PRO	++	++	(+)	+	+++	+	-	--
EXTR	++	---	---	+	+	+	++	+++
OPP	-	(+)	-	+++	(+)	--	+	++
NOV	+	(+)	(+)	+	-	( )	( )	++

<sup>1</sup> Les « + » signifient que la catégorie s'applique au profil, le nombre des « + » en caractérise l'intensité ; en revanche, le « - » désigne que la catégorie ne s'applique pas, le nombre des « - » l'intensité.

Les attitudes identifiées sont les suivantes :

- Passion de conduire un DRM comme motif principal d'utilisation (passion),
- Attitude par rapport à une conduite responsable (responsabilité),
- Rapport à la règle (règle),
- Motif principal du déplacement utilitaire, à l'opposé du motif « passion » (travail),
- Importance accordée à la maîtrise (maîtrise),
- Attitude par rapport à l'engagement, vie associative DRM (engagement),
- Attitude antagoniste, conflictuelle, vis-à-vis des autres modes, particulièrement à l'égard de l'automobile (antagonisme)
- Attitude par rapport au risque, dans le sens d'une exposition plus ou moins volontaire (risque).

### 7.3.2 Culture DRM

Des dimensions qui renvoient au langage et aux conventions spécifiques apparaissent régulièrement dans les entretiens. Ce qui est intéressant c'est le constat, assez généralisant, de « non culture » concernant les chauffeurs de scooter. Ce dernier est non seulement mis en avant par les autres motocyclistes, mais également par les automobilistes qui considèrent observer une dégradation flagrante des comportements de la part des motocyclistes en général et plus particulièrement de la part des conducteurs de scooters 125cc. Les entretiens avec les deux populations cible du projet, les motocyclistes et les automobilistes, mettent bien en évidence l'existence d'un système de valeurs et de conventions pour les motocyclistes, même s'il est dénié par certains entre eux. Au sein de la population des motocyclistes et vis-à-vis des autres modes de transport, ce système crée donc des attentes de comportements qui s'ajoutent aux prescriptions formelles du code de la route. Un schéma, présenté dans le tableau 9, cherche à illustrer ce propos, en faisant la distinction entre le comportement social à vitesse « normale » (sans véhicule) et les comportements routiers qui sont régis respectivement par le code de la route ou par ce qu'on pourrait qualifier de comportement routier social.

**Tableau 10 : Le schéma des comportements routiers**

	Voiture / 2RM		
	Comportement social	Comportement routier formel, (technique, juridique)	Comportement routier social
Vitesse	< 5 Km/h	= 30 / 50 / 90 /130 Km/h	> 30 / 50 / 90 /130 Km/h
Motivation du mouvement	Aléatoire, choisi	Aller d'A à B ;	Aller d'A à B « opportuniste »
Prévisibilité	Plutôt imprévisible	Plutôt prévisible	Prévisibilité réduite
Contexte ayant une influence sur le comportement	Les Autres, contexte privé ou institutionnel, les lieux ;	L'infrastructure, le code de la route, le système légal / pénal, les véhicules ;	Les Autres, l'infrastructure, les véhicules, présence / absence surveillance ;
Comportement est déterminé par	Les Autres ; normes et valeurs ; récompenses et sanctions ;	Les règles / code ; sanctions ;	Les Autres et les règles / code ; récompenses et sanctions ;
Attentes / Attentes d'attentes	Normes et valeurs, négociation ;	Suivi des règles	Suivi des règles « relatif », peu de négociation, plutôt « imposition » ;
Signaux ayant une relevance pour le comportement	Expression faciale, parole, mouvement corporel, habits ;	Infrastructure, design, architecture, panneaux de signalisation, feux tricolores, phares ;	Infrastructure, design, architecture, panneaux de signalisation, feux tricolores, phares, Signes « informels », appels, etc.
Contact visuel	souvent	Peu	Peu
Etc.			

Le comportement routier formel représente donc un comportement conforme aux règles. Le comportement routier social est censé représenter le comportement réel, observable, qui est parfois transgressif et opportuniste. C'est donc le comportement social de tous les jours qui a lieu sur les routes, si on considère la route comme un espace social dans lequel se croisent (et parfois, se heurtent) des cultures de modes de transport et de ses conduites. La première colonne à gauche décline, une par une, des dimensions qui sont déterminées par ces trois types de comportement routiers. (Par exemple : la vitesse dans les rapports sociaux « ordinaires » est celle du piéton, la vitesse prescrite par le code de la route varie selon un contexte bien défini, mais ne dépassera jamais les 130 km/h en France, et la vitesse dans une logique de comportement routier social peut varier selon l'opportunité, les conventions ou la détermination du conducteur envers la transgression).

### 7.3.3 *Cohabitation et comportements types DRM*

Un aspect important dans la notion de « culture moto » est l'inégalité de l'appréciation du risque. D'un côté de la part des motocyclistes dont le comportement peut souvent différer assez largement de ce qui est prévu par le code de la route. Et d'autre part de ce qui est perçu comme « raisonnable » par les autres acteurs sur la route. Inspiré par des approches criminologiques (cf. Häfele & Lüdermann ; 2006), un schéma portant sur l'acceptabilité d'infractions commises par des motocyclistes a pu être élaboré. Le point commun entre cette approche criminologique et la présente étude sur la culture de prise de risque des DRM, se situe dans la notion du rapport à la règle. A partir de comportements observables qui ont été validés par les experts et les participants aux Focus Groups, nous avons établi une liste comportant sept comportements « types » de la part des motocyclistes, qui constituent des infractions contre ce qui est légalement en vigueur selon le code de la route. Nous avons voulu explorer quel était l'état de connaissance par rapport à la conformité (ou plutôt, non-conformité) de ces pratiques, à quel point elles étaient observées et considérées comme étant acceptables sous certaines conditions, et à quel point les motocyclistes admettaient les pratiquer.

Le schéma suivant (cf. Tableau 11) reprend les sept comportements types DRM comme ils ont été proposés en tant que « stimuli » aux personnes du panel « motocyclistes accidentés », du panel « automobilistes » et dans le cadre du questionnaire. Pour illustration des réactions, le deuxième schéma reprend les réactions de la part des « motocyclistes accidentés » (cf. Tableau 12).

**Tableau 11 : schéma des comportements-types DRM**

<b>Type de comportement routier DRM</b>
1. Remonter les files entre voitures
2. Conduire en survitesse quand le contexte le permet ou le rend nécessaire
3. Utiliser des voies réservées (bus, couloir vélo)
4. Rouler sur le trottoir (par exemple, afin de contourner des obstacles sur la route)
5. Franchir les lignes blanches, lignes « zébra » (par exemple, à l'entrée des autoroutes)
6. Dépassement des autres véhicules par la droite
7. « Profiter » du passage d'une ambulance, SAMU (« se coller ») pour avancer plus vite

**Tableau 12 : réactions au schéma « comportements –types DRM » de la part des « motocyclistes accidentés »**

Type de comportement routier 2RM	Oui	Non	Parfois
1. Remonter les files entre voitures	9	0	1
2. Conduire en survitesse quand le contexte le permet ou le rend nécessaire	9	1	0
3. Utiliser des voies réservées (bus, couloir vélo)	2	8	0
4. Rouler sur le trottoir (par exemple, afin de contourner des obstacles sur la route)	1	6	2
5. Franchir les lignes blanches, lignes « zébra » (par exemple, à l'entrée des autoroutes)	1	5	4
6. Dépassement des autres véhicules par la droite	3	4	3
7. « Profiter » du passage d'une ambulance, SAMU (« se coller » pour avance plus vite.	3	6	1

## 7.4 Conclusions

En ce qui concerne la partie sociologique du projet 2RM, les conclusions suivantes ont pu être tirées :

- L'univers (français) des motocyclistes se trouve en évolution par rapport aux nouveaux enjeux de la mobilité urbaine. Cette dernière se densifie et contribue à transformer les DRM, anciennement plutôt réservé à une population de passionnés, à un moyen de transport de plus en plus plébiscité.
- La montée du nombre des utilisateurs de DRM, notamment dans les grandes agglomérations a généré l'arrivée d'une nouvelle population de motocyclistes, qualifiée de « opportunistes » par des motocyclistes se décrivant eux-mêmes comme attachés à un système de valeurs plus « traditionaliste » (passion, solidarité entre motards, culture DRM). Un trait de caractère très important de ces motocyclistes « opportunistes », qui est composé pour une grande partie de conducteurs de scooters, serait un comportement égoïste, avec la non-considération des règles en vigueur (relatifs au code de la route), comme une ignorance des conventions entre « vrais motards » (par exemple, ignorance ou refus des signes, comportement non-solidaire).
- L'opposition entre deux fractions de motocyclistes, de façon générale et réductrice, identifiables d'un côté comme « les vrais motards » contre « les scooters » de l'autre, contribue fortement à un sentiment généralisé d'insécurité, souvent décrit comme « une dégradation ambiante » des comportements routiers, notamment en agglomération parisienne.
- De la part des DRM, les automobilistes sont perçus comme contributeurs à cette situation d'insécurité, mais pas au même niveau que les scooters. Généralement, les DRM ont tendance à leur attribuer un sentiment de « jalousie » (car eux restent « coincés » dans les bouchons), ce qui produirait des comportements non-solidaires avec les DRM. Un autre grand constat de la part des DRM vis-à-vis des automobilistes se laisse résumer en tant qu'un manque d'attention générale à l'égard des DRM (conduire sans mettre le clignotant, « serrer » de trop près les DRM, ouvrir sa porte sans regarder le flux de trafic, par exemple).
- Les représentations sociales croisées, entre DRM et automobilistes apparaissent comme assez conformes : si les motocyclistes se distinguent entre eux comme étant des « motards traditionalistes » d'un côté et des « opportunistes » de l'autre, les automobilistes expriment la même distinction. Respectivement, les conducteurs des deux types de transport ressentent une dégradation ambiante en matière de « bonnes conduites », du respect des règles en vigueur, voire, un manque de respect tout court.
- En ce qui concerne l'analyse des problèmes de cohabitation entre les modes en général, et plus particulièrement entre les DRM et les automobiles, il s'agit de distinguer deux sphères, qu'on pourrait qualifier de micro- et macrosociologique, et qui présentent à la fois un aspect important dans la genèse du risque pour les DRM, et une dimension de « levier » qui pourrait contribuer à le cerner et à le réduire :
  - Sur le plan microsociologique, l'aspect "non-sensibilité au risque des DRM de la part des automobilistes" est clairement sorti des deux côtés : davantage en informer et y

sensibiliser paraît primordial. Au-delà, l'aspect formation à la « perspective du motocycliste » pour chaque automobiliste semble une piste prometteuse.

- A un niveau macrosociologique, le problème central réside dans l'acceptabilité d'un certain nombre de conventions au sein de la population DRM, ce que nous avons pu mettre en évidence avec notre schéma des « comportements types ». Le fait qu'un certain nombre de pratiques soient tolérées ou imposées au sein de la population des DRM, sans qu'elles soient vraiment partagées dans un sens légal, pose un problème avec des conséquences évidentes en matière d'insécurité. L'avantage central d'un système légal comme le code de la route consiste dans le fait qu'il crée de la prévisibilité – le conducteur (légal, car en possession d'un permis) connaît les règles en vigueur, leur respect mutuel fait que les comportements routiers deviennent prévisibles, car un certain nombre de comportements sont d'office exclus (car non conformes au règlement). Du moment qu'une fraction suffisamment importante se met implicitement d'accord sur des comportements de conduite divergents et arrive à les imposer, elle crée des conventions, mais ces conventions ne sont pas d'office transparentes pour l'ensemble des conducteurs, il y a des initiés d'un côté et les ignorants de l'autre, et ce fait contribue à créer des risques et de l'insécurité.
- Sur ce même plan macrosociologique, force est de constater que le scooter est devenu un outil « pour se rendre au travail », ce qui met sa pratique diamétralement à l'opposé d'une pratique de passion ou de loisirs qui est revendiquée par les « vrais motards ». Ce qui signifie que aujourd'hui, la mobilité individuelle est en train de se modifier de façon très importante dans les grandes agglomérations, au profit du moyen de transport DRM <125 cc, sans que ceci ait été pris en compte par le législateur.
- Pour résumer, le problème central qui apparaît dans le contexte de la présente étude, est l'installation successive d'un certain nombre de comportements DRM, bien utiles et cohérents avec la représentation de la pratique DRM, mais en revanche en infraction avec le code de la route (voir schéma « comportements types »). Ces comportements apparaissent comme étant largement acceptés, même parfois de la part des automobilistes. Malgré cela, ces *conventions* présentent des problèmes importants d'un point de vue « respect commun de la règle ». Ils mettent en question une certaine prévisibilité des comportements routiers, parce qu'une fraction importante des DRM ne suit pas les règles (ou crée des règles qui sont ignorés par d'autres), ce qui contribue fortement à instaurer et à multiplier des comportements non conformes et dangereux.

## 8 Discussion

Le projet ANR-Predit "2RM" a été défini sur la base du constat de la complexité des problèmes de sécurité auxquels sont confrontés les conducteurs de deux-roues motorisés, ainsi que d'une certaine lacune dans les connaissances de fond qui les caractérisent. Le premier objectif global du projet consistait à appréhender les interactions de facteurs qui sont en jeu et à mieux comprendre les mécanismes qui relient les événements dans les accidents impliquant les DRM. Le second objectif d'ensemble visait à mieux caractériser la diversité des problèmes rencontrés par les divers usagers de 2RM dans les diverses circonstances routières où ils rencontrent des difficultés. Ces deux finalités étaient considérées comme essentielles, non seulement pour un enrichissement de la connaissance, mais également pour favoriser la définition de mesures plus opérationnelles. A l'issue des travaux réalisés au sein des 6 tâches du projet, ces objectifs peuvent être considérés comme atteints, même s'il reste des verrous à franchir, des affinements à poursuivre, des travaux à développer. A ce titre, les résultats dégagés par ces études ne doivent pas être considérés comme un aboutissement en soi, mais plutôt comme une base pour un renouvellement de travaux de recherches, adressés aux questions tant fondamentales qu'appliquées soulevées par l'insécurité des DRM, recherches qui doivent s'attacher à dépasser les acquis déjà établis pour définir à la fois des approfondissements méthodologiques et des élargissements thématiques.

Le projet s'est articulé autour de différentes tâches complémentaires les unes visant à dégager des résultats consolidés par l'analyse de vastes échantillons, les autres comportant une dimension plus prospective de façon à enrichir les recherches futures au niveau méthodologique comme au plan des thématiques à développer.

La Tâche 1 du projet a été orientée vers l'analyse en profondeur des difficultés accidentogènes rencontrées par les conducteurs de DRM sous l'angle des interactions avec l'infrastructure et avec les autres usagers de la route. Cette analyse, qui s'est fondée sur des données (entretiens approfondis auprès des conducteurs, reconstructions cinématiques) et des modèles (de l'accident, du fonctionnement humain) élaborés par une longue démarche de recherche, a amené des résultats sans précédents sur les processus perceptifs, cognitifs et psycho-moteurs impliqués dans l'accidentalité des DRM, qu'ils concernent le conducteur du DRM où l'autrui qui s'y trouve confronté. L'application de cette analyse détaillée à un large effectif d'accidents a permis de définir des distinctions essentielles à établir du point de vue du type de véhicule impliqué et des mécanismes d'accidents en jeu. Les difficultés d'interaction qui caractérisent les DRM au sein du système de conduite sont complexes et diversifiées, et une trop grande généralisation ne peut que nuire à leur compréhension et conséquemment à la définition de solutions adaptées. La mise à jour de cette diversité permet de faire ressortir les spécificités de chacun des problèmes posés. L'analyse approfondie à grande échelle des mécanismes d'accidents qui a été réalisée dans le projet 2RM s'inscrit donc la continuité des travaux accidentologiques qui ont marqué des étapes importantes dans la connaissance de l'insécurité des deux-roues motorisés (Hurt et al., 1981 ; MAIDS, 2004), et en constitue sous certains aspects une mise à jour. Les connaissances dégagées et les distinctions fonctionnelles établies par les résultats du projet 2RM devraient ainsi permettre d'orienter des mesures et des actions à mener en adéquation avec les différentes particularités accidentelles mises en évidence.

Egalement centrée sur le domaine des études détaillées d'accidents, la Tâche 2 s'est consacrée à l'amélioration des connaissances sur le comportement du couple conducteur-DRM en situation d'urgence, et ce afin de mieux comprendre comment le conducteur pourrait être assisté pendant cette phase de conduite délicate et quelle pourrait être l'influence de changements de comportements sur la production ou la gravité des accidents. Les résultats sont tout d'abord d'ordre méthodologique, par la caractérisation des difficultés de reconstruction cinématique du comportement des DRM en situation accidentelle. Ils permettent également de prendre une première mesure des enjeux liés à l'implantation de systèmes d'assistance au freinage (de type ABS), et à plus long terme de stabilisateurs (de type ESP) sur les deux-roues motorisés. Ces résultats constituent un socle pour des travaux à poursuivre sur des effectifs plus vastes.

Les travaux de la Tâche 3 sont complémentaires de ceux de la Tâche 1, par l'investigation des dysfonctionnements sur des échantillons de procès-verbaux représentatifs à l'échelon national. Même si elle ne permet pas d'aller aussi en détail que les EDA, l'analyse approfondie de chaque PV permet la

mise en évidence des variables et des facteurs les plus explicatifs des accidents impliquant un DRM, tout en permettant de travailler sur des grands nombre (1 000 PV étudiés). Cette analyse permet également de faire ressortir des variables les plus typiques qui émergent différemment selon qu'on considère les accidents mortels ou non mortels, les motocycles ou les cyclomoteurs, et les différentes configurations accidentelles auxquelles ils sont confrontés de façon plus ou moins récurrentes. On y fait ainsi apparaître l'influence différente, selon la situation considérée, des paramètres d'environnement, ou de variables telles que la vitesse, l'alcool, le caractère atypique de la manœuvre de l'autre usager, l'adoption d'une conduite à risque, l'inattention, le sentiment prioritaire, la banalisation des situations, etc. Une telle variété de facteurs atteste encore une fois de la nécessité de bien définir des unités pertinentes lorsqu'on travaille sur la sécurité des DRM, sous peine de passer à côté des vrais problèmes si l'on globalise trop l'analyse. Il ressort ainsi clairement des mécanismes bien différents selon qu'on regarde les pertes de contrôle et les accidents d'interaction avec autrui, selon que l'on considère des motocyclettes ou des cyclomoteurs, les accidents corporels ou des accidents mortels, etc. Au-delà de la mise en évidence différenciée des principaux facteurs, les résultats de la tâche 3 font également ressortir les configurations accidentelles les plus récurrentes qui regroupent des ensembles de cas présentant des profils similaires du point de vue des contextes et des mécanismes de production de l'accident. La mise en évidence de ces configurations constitue un vecteur de mise en œuvre de mesures bien ciblées.

La Tâche 4 a été définie dans une perspective à la fois méthodologique et prospective, avec pour objectif de tirer parti de l'ensemble des résultats du projet - y compris les difficultés rencontrées pour les mener à bien - de façon à définir les conditions pour une amélioration des données à recueillir sur les accidents impliquant des DRM.

Dans la même veine, mais orientés vers une autre cible méthodologique, les travaux de la Tâche 5 ont procédé par observation des situations de trafic dans la perspective d'établir des points de comparaison entre les accidents et les presque accidents, et d'appréhender ainsi les facteurs qui font basculer du conflit de trafic à la collision. Là encore, les apports comportent une dimension méthodologique par la caractérisation des difficultés liées à la mise en place d'un dispositif d'observation externe des comportements. En termes de résultats, on retiendra de cette étude la confirmation que les facteurs relatifs à la vitesse semblent jouer un rôle majeur dans l'issue d'une situation potentiellement génératrice d'accident.

Enfin, la Tâche 6 du projet a investigué une problématique de plus en plus émergente dans l'analyse des caractéristiques qui interviennent en amont des questions de sécurité : la thématique du champ social des motocyclistes et de ses enjeux notamment du point de vue d'une analyse de la cohabitation entre motocyclistes et automobilistes. La contribution sociologique au projet 2RM s'est ainsi appliquée, sur la double base d'une recherche bibliographique et d'une étude de terrain, à cerner les représentations sociales que les motocyclistes possèdent d'eux-mêmes, comment ils distinguent les caractéristiques qui leur sont spécifiques par rapport aux autres modes de transport, et comment ils perçoivent les risques qu'ils encourent dans la cohabitation routière de tous les jours.

## 9 Conclusion

Au terme des 28 mois consacrés à ces différentes analyses, et malgré les avancées significatives obtenues au cours de ce projet sur la compréhension des mécanismes d'insécurité des DRM, il reste bien sûr des questions à approfondir et des sujets à développer. Ainsi en est-il, par exemple des difficultés liées à l'étude des situations d'urgence des DRM, difficultés qui demandent d'investir des efforts vers la mise en place de modèles et de méthodes qui permettent de mieux reconstituer les paramètres dynamiques et les besoins qui caractérisent spécifiquement ce type de véhicules, notamment en situation de fortes contraintes telles qu'elles se manifestent lors de la rencontre d'un événement inattendu. Un autre vecteur d'amélioration méthodologique pourrait être recherché du côté de la caractérisation des données sur l'accidentalité et plus généralement sur la mobilité des deux-roues motorisés au plan national et européen. Les grandes données d'accidentalité sont établies sur la base de fichiers établis par les forces de l'ordre, dont l'objectif premier est moins la recherche des mécanismes que l'attribution des causes et des responsabilités. Cet état de fait constitue un obstacle à la mise en évidence des interactions de variables qui définissent le plus souvent un accident, comme l'ont de longue date établi les EDA. Et qui le définiront de plus en plus fréquemment, à mesure que les accidents les plus "évidents" (impliquant par exemple des doses massives d'alcool ou de stupéfiants, des niveaux de vitesse démesurés, etc.) seront endigués. Des améliorations seraient ainsi à attendre, par une plus grande complétude des fichiers, mais également par une mise à jour de certaines variables. On peut citer l'exemple de la classification des accidents en perte de contrôle qui ne permet pas une analyse cohérente des phénomènes qui y sont rattachés (correspondant plus dans les fichiers statistiques à la notion de "véhicule seul identifié"). De telles questions sont également à interroger à plus long terme dans une perspective de définition d'un observatoire européen de sécurité routière fondé sur une homogénéité de méthodes et de données.

Un résultat d'ensemble des travaux réalisés confirme une donnée déjà établie dans MAIDS : l'origine des accidents de DRM qui se produisent en interaction avec un autre véhicule incombe le plus souvent au conducteur confronté au DRM. Mais un tel résultat ne doit pas amener à se désengager des mesures à prendre envers les DRM, dont les conducteurs participent souvent à la dégradation des situations générées par l'autre. Il montre par contre si besoin en était l'importance des actions à mettre en œuvre envers les automobilistes. Il traduit également la nécessité de travailler sur la détectabilité du DRM, dans l'ensemble de ce que ce concept recouvre. La non détection du DRM apparaît ainsi comme un processus majeur dans les difficultés que rencontrent les usagers de la route à l'égard de ces véhicules, et l'analyse en profondeur des accidents concernés montre la pluralité et la complexité des mécanismes à l'origine de cette non détection. Ces mécanismes appellent la mise en place de mesures qui s'adressent autant aux conducteurs concernés, aux éléments d'aménagement et aux véhicules eux-mêmes. D'autres résultats d'ensemble ressortent de la comparaison des accidents corporels et mortels, montrant par exemple la surreprésentation des pertes de contrôle dans les accidents mortels, l'incidence du port incorrect des équipements de sécurité, de la présence d'objet saillant fixe dans l'environnement, etc. Mais on insistera en conclusion sur le fait que la contribution majeure de ce projet réside dans la particularisation des différentes configurations d'accidents impliquant différents conducteurs, différents véhicules, différentes situations génératrices de dysfonctionnements et que c'est par la prise en compte de ces différentes particularités que des mesures efficaces pourront être définies.



## 10 Références bibliographiques

- Brenac, T. (1997). L'analyse séquentielle de l'accident de la route. Outils et méthodes INRETS n° 3. Arcueil : INRETS.
- Brown, A.L. (1987). Responses to an increase in road traffic noise. *Journal of sound and vibration*. 17, 69-79.
- 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.
- Carré, J.R., Filou, C. (1994). Accidents risks for two-wheelers in France: Safety of two-wheelers is largely subject to the skill and vigilance of cars drivers. E.S.V. conférence, 1994. *Communications Françaises*.
- Engel, R., Krishnakumar, R. (2008). "Contribution Sociologique : Les représentations croisées entre DRM et automobilistes". Rapport scientifique R6 du Projet ANR-Predit "2RM", Tâche 6.
- Ferrandez, F. (Ed.) (1995). L'études détaillées d'accidents orientés vers la sécurité primaire : méthodologie de recueil et d'analyse. Paris : Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.
- Fleury, D., Brenac, T. (2001). Accident prototypical scenarios, a tool for road safety research and diagnostic studies. *Accident Analysis and Prevention*, 33, 267-276.
- Häfele, J.; Lüdermann, C. (2006). "Incivilities" und Kriminalitätsfucht im urbanen Raum – Eine Untersuchung durch Befragung und Beobachtung". *Kriminologisches Journal*, 4.
- Hermitte, T., Simon, M-C., Page, Y. (2008). "EDA et prospective". Rapport scientifique R4 du Projet ANR-Predit "2RM", Tâche 4.
- Hermitte, T. (2008). "Les accidents de 2 roues motorisés : Les enjeux". Rapport scientifique du Projet ANR-Predit "2RM".
- Page, Y., Hermitte, T., Dufosse, C., Moutreil, M., Simon, M-C. (2008). "Observation des situations de trafic". Rapport scientifique R5 du Projet ANR-Predit "2RM", Tâche 5.
- Hurt, H. H. Jr., Ouellet, J.V., Thom, D.R. (1981). Motorcycle accident cause factors and identification of countermeasures, Volume 1: Technical report HS-5-01160, Washington DC: US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration).
- Laumon, B., Martin, J-L. (2002). Analyse des biais dans la connaissance épidémiologique des accidents de la route en France. *Revue Epidémiologique Santé Publique*, 50, 277-285.
- Lechner, D. (1986). La reconstitution cinématique des accidents. Rapport de recherche INRETS n° 21.
- Lechner D., Perrin C. (1993), Utilisation réelle des capacités dynamiques des véhicules par les conducteurs, expérimentation sur route 1992. Rapport de recherche INRETS n° 165.
- Lechner, D. Perrin, C. (1993). La reconstitution cinématique des accidents. Rapport de recherche INRETS n° 21.
- MAIDS (Motorcycle Accident In-Depth Study) (2004). In-depth investigations of accidents involving powered two wheelers. Final Report. <http://maids.acembike.org>
- Manders, S.M., Rennie, G.C. (1984). An evaluation of an Advanced Driver Training Course Involving Company Drivers. Report 1/84 (GR). Melbourne, Road Traffic Authority, Road Safety and Traffic Bureau.
- Mannering, F.L., Grodsky, L.L (1995). Statistical analysis of motorcyclist's perceived accident risk. *Accident Analysis & Prevention*. 27(1), 21-31.
- Michel, J.-E., Brenac T., Magnin J., Naude C., Perrin C. (2005) Les Pertes de contrôle en courbe. Rapport INRETS n° 262.
- OCDE (1984). Programmes intégrés de sécurité routière.
- ONISR (1998). Accident corporel de la circulation routière. ed : SETRA.
- ONISR (2001). La sécurité routière en France, bilan de l'année 2000. Paris : La Documentation Française.

- ONISR (2005). Les motocyclettes et la sécurité routière en France en 2003. Paris : La Documentation Française.
- ONISR. (2006). La sécurité routière en France : Bilan de l'année 2005. Paris, La Documentation Française.
- Parker, D., Reason, J., Manstead, A., Stradling, S. (1995). Driving errors, driving violations and accident involvement. *Ergonomics*, 38(5), 1036-1048.
- Peek-Asa, C., Kraus, J.F. (1996). Injuries sustained by motorcycle riders in the approaching turn crash configuration, *Accident Analysis & Prevention*. 28(5), 561-569.
- Perrin et al. (2008). "La dynamique des accidents : Comportement du couple conducteur-DRM en situation d'urgence". Rapport scientifique R2 du Projet ANR-Predit "2RM" Tâche 2:
- Pibault, C., Bilman, G. (1997). Les accidents corporels des deux roues motorisés à Paris. Paris : CERET, Centre de Recherche et d'Etudes Techniques ; Observatoire des déplacements.
- Preusser, D.F., Williams, A.F., Ulmer, R.G. (1995). Analysis of fatal motorcycle crashes: Crash Typing. *Accident Analysis & Prevention*. 27(6), 845-852.
- Priester, Weyde, Baumruck. (2001-2004). Comptes-rendus de crash tests.
- Reason, J. (1993). L'erreur humaine (J.M. Hoc, Trad.). Paris : Presses Universitaires de France. (Édition originale, 1990).
- RIDER. (2005). Recherche sur les accidents Impliquant un Deux-Roues motorisé. Rapport Final, Rapport CEESAR.
- Rutter, D.R., Quine, L. (1995). Age and experience in motorcycle safety. *Accident Analysis & Prevention*. 28(1), 15-21.
- SETRA (2000). Prise en compte des motocyclistes dans l'aménagement et la gestion des infrastructures. CERTU, Rapport 2000-04.
- Sporner, A., Kramlick, T. (2001). Motorcycle braking and its influence on severity of injury ESV 2001 Paper n° 303
- Sun, S.W., Kahn, D.M., Swan, K.G. (1998). Lowering the legal blood level for motorcyclists, *Accident Analysis & Prevention*. 30(1), 133-136.
- Sunderstrom, C.A., Dischinger, P.C., Kerns, T.J., and Trifillis, A.C. (1999). Marijuana and other drug use among automobile and motorcycle drivers treated at a trauma centre. *Accident Analysis & Prevention*. 30(1), 182-185.
- Têtard, C. (1994). Etude approfondie d'accidents impliquant des deux-roues: le cas des motocyclistes. (Rapport final sur convention). Arcueil, F : INRETS.
- Van Elslande, P. (2003). Erreurs de conduite et besoin d'aide : une approche accidentologique en ergonomie. *Le Travail Humain*, 66(3), 197-224.
- Van Elslande, P., Alberton, L. (1997). Scénarios-types de production de « l'erreur humaine » dans l'accident de la route. Problématique et analyse quantitative. Rapport de recherche INRETS n° 218.
- Van Elslande, P., Fouquet, K. (2008a). "Les défaillances d'interaction dans les accidents impliquant un deux-roues motorisé". Rapport scientifique R1 du Projet ANR-Predit "2RM", Tâche 1.
- Van Elslande, P., Fournier, J-Y., Vincensini, M., Roynard, M., Nussbaum, F., Clabaux, N. (2008b). "Analyse comparative de procédures d'accidents mortels et non mortels". Rapport scientifique R3 du Projet ANR-Predit "2RM", Tâche 3.