

VEDA : investigations sur les Vitesses dans les Études Détailées d'Accidents. Rapport final

Jean Emmanuel Michel, Christophe Perrin, Jean-Yves Fournier, Joël Magnin,
Bastien Canu

► **To cite this version:**

Jean Emmanuel Michel, Christophe Perrin, Jean-Yves Fournier, Joël Magnin, Bastien Canu. VEDA : investigations sur les Vitesses dans les Études Détaillées d'Accidents. Rapport final. [Rapport de recherche] IFSTTAR - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux. 2015, 101p. hal-01260344

HAL Id: hal-01260344

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01260344>

Submitted on 22 Jan 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR



Ministère de l'Intérieur
Délégation à la Sécurité et à la circulation routières

IFSTTAR – TS2
Laboratoire Mécanismes d'Accidents

CONVENTION N°: 2200792968

VEDA

Investigations sur les Vitesses dans les Études Détaillées d'Accidents

Rapport Final

Auteurs :

Jean-Emmanuel MICHEL

Christophe PERRIN

Jean-Yves FOURNIER

Joël MAGNIN

Bastien CANU

Juillet 2015

SOMMAIRE

1. OBJECTIFS.....	3
2. BIBLIOGRAPHIE SUCCINCTE VITESSE ET ACCIDENTS.....	5
3. LES ÉTUDES DÉTAILLÉES D'ACCIDENTS.....	7
4. PARTIE 1 - ANALYSE DESCRIPTIVE DES DIFFÉRENTES NOTIONS DE VITESSES DANS LES EDA.....	9
4.1 Définitions et commentaires sur les notions utilisées dans notre étude.....	10
4.2 Construction de la base de données.....	13
4.3 Analyse globale de la base VEda.....	17
4.4 Analyse détaillée des vitesses.....	28
4.5 Comparaison avec les vitesses mesurées dans le cadre du projet SVRAI.....	47
4.6 Description des Vitesses au choc.....	50
4.7 Observation de la gravité globale des accidents.....	59
4.8 Synthèse et conclusion de la 1 ^{ère} partie.....	64
5. PARTIE 2 - AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DU RECUEIL DES DONNÉES VITESSES DANS LES EDA ...	75
5.1 Objectifs.....	75
5.2 Les appareils de mesure des vitesses sur les sites d'accidents.....	76
5.3 Les appareils de lecture de données contenues dans les calculateurs embarqués dans les véhicules ..	79
6. BIBLIOGRAPHIE	91
 ANNEXE 1 – DESCRIPTION DE LA VARIABLE D'ANALYSE "MANŒUVRE ORIGINE ACCIDENT" UTILISÉE DANS LES EDA.....	 93
 ANNEXE 2 – DISTRIBUTIONS DES VÉHICULES ACCIDENTÉS SELON LE TYPE D'ACCIDENT, DE LIEU, ET LA VALEUR DES ÉCARTS À LA VITESSE DU TRAFIC (ΔV_t)	 95
Ensemble des Véhicules de Tourisme selon le type d'accident et le niveau de " ΔV_t ".....	95
Véhicules de tourisme (VT) et Motos (MTL et MTT) hors agglomération.....	96
Véhicules de tourisme (VT) et Motos (MTL et MTT) en agglomération.....	97
Motos (MTL et MTT) en et hors agglomération.....	98
 ANNEXE 3 – TAUX DE RECOUVREMENT ACCIDENTHEQUE EDA / PROCES-VERBAUX D'ACCIDENT.....	 99
 ANNEXE 4 – EXEMPLE DE RAPPORT D'ACCIDENT DONNÉ PAR LE SYSTÈME DE LECTURE DE CALCULATEUR D'AIRBAG BOSCH <i>CRASH DATA RETRIEVAL</i> DISPONIBLE POUR CERTAINS MODELES DE VOITURES.....	 101

1. Objectifs

La première partie de ce travail de recherche consiste à réaliser une analyse descriptive des différentes notions de vitesses dans les Études Détaillées d'Accidents (EDA). L'objectif de cette partie est d'étudier de manière détaillée les vitesses d'approche, en fonction du contexte pré-accident (environnement, type de véhicule, trafic, ...) et du déroulement de l'accident (lieu, type de conflit, manœuvres, ...). Cette étude aborde en particulier, le rapport entre les vitesses pratiquées en situation d'accident (rupture) par les usagers impliqués dans un accident EDA, les vitesses couramment pratiquées et la vitesse réglementaire sur chaque lieu d'accident.

Concernant les vitesses couramment pratiquées sur les sites d'accident EDA, un rapprochement avec les vitesses relevées dans le cadre du projet Svrai sera également abordé.

La vitesse d'impact, ou vitesse au choc, est une donnée généralement exploitée par les spécialistes de la sécurité secondaire. L'exploitation de cette donnée, notamment sa relation avec la vitesse en situation d'accident, permettra de compléter ce premier objectif.

La question de la relation de ces caractéristiques de vitesse avec la gravité de l'accident, domaine à priori complexe, sera également abordée.

Ces travaux de recherche portent sur un échantillon d'environ 400 cas (accidents s'étant produits il y a moins de dix ans, entre 2004 et 2013) issus de l'accidenthèque EDA.

La deuxième partie concerne l'amélioration de la qualité du recueil des données Vitesses dans les EDA. C'est une étude exploratoire visant à évaluer l'apport de nouveaux matériels pour les EDA.

La mesure des vitesses généralement pratiquées sur les sites d'accidents de la base EDA est faite par nos enquêteurs sur quelques mesures avec un pistolet radar. Des appareils autonomes que l'on peut disposer et laisser sur le site de l'accident sont actuellement disponibles à la vente. En augmentant le nombre et la durée de mesures, la qualité de ces données peut être améliorée. De plus, la mesure ponctuelle de trafic avec ce type d'appareil, sera également possible.

Certains pays obligent les constructeurs d'automobiles à donner l'accès aux enregistrements (vitesses accélérations...) contenues dans les calculateurs de déclenchement d'airbag. Pour ce faire, des appareils de lecture sont disponibles sur le marché international. Il s'agit de faire un état des lieux de ces appareils, d'en acquérir un et de le tester sur des véhicules accidentés en France.

L'objectif de cette deuxième partie sera d'identifier ces différents types d'appareils et de tester ceux qui paraissent les plus efficaces et les mieux adaptés à la méthode de recueil des EDA.

2. Bibliographie succincte Vitesse et Accidents

L'évolution du risque d'être impliqué dans un accident en fonction de la vitesse pratiquée est un sujet de recherche fréquemment abordé dans la littérature scientifique. Les premiers travaux publiés par Nilsson en 1982 portent sur l'analyse de l'accidentalité en fonction de la vitesse moyenne du trafic avant/après modification de limitations de vitesse. Les résultats présentent un modèle puissance (Nilsson, 1982 et 2004):

$$\text{Nbre accidents Après} / \text{Nbre accidents Avant} = (\text{Vitesse Après} / \text{Vitesse Avant})^E$$

Dans lequel E est évalué à 2 pour les accidents matériels, 3 pour les accidents corporels et à 4 pour les accidents mortels.

Elvik en 2009 confirme par une méta-analyse le modèle puissance de Nilsson (Elvik, 2009) avec des exposants sensiblement équivalents.

D'autres études reposent plutôt sur la comparaison entre les vitesses de véhicules impliqués dans les accidents et les vitesses généralement pratiquées. En particulier, des études cas témoins avec appariement, ont été réalisées en Australie. Elles comparent sur différents types de réseau (Kloeden 2001 pour le milieu rural, et Kloeden 1997 et 2002 pour le milieu urbain) la vitesse d'approche de véhicules impliqués dans un accident (cas) avec celle de véhicules circulant sur le même lieu, dans le même sens, dans des conditions similaires (témoins). Le risque relatif d'être impliqué dans un accident corporel pour une vitesse de circulation donnée relativement à la vitesse du trafic varie selon un modèle exponentiel quadratique dont les coefficients diffèrent selon le type de réseau.

Des travaux récemment réalisés ont porté sur l'analyse d'un échantillon de 52 accidents issus de notre accidenthèque EDA (Brenac, 2015). Les cas retenus sont ceux dont la reconstruction cinématique de l'accident est particulièrement fiable et dont une série de mesure de vitesse du trafic a été réalisée sur le même lieu. Une étude de comparaison avec témoins appariés, ou étude cas-témoin, a été réalisée, afin de comparer différents modèles liants la vitesse de circulation des automobiles impliquées dans un accident EDA (les cas) et celles du trafic (les témoins). Les résultats présentent une comparaison de différents modèles statistiques et montrent que la relation entre vitesse individuelle et risque d'accident est également bien modélisée par un modèle de type "modèle puissance": le risque relatif d'être impliqué dans un accident corporel à une vitesse V, comparé à une vitesse V₀, dans les mêmes conditions, est égal à $(V/V_0)^{3.41}$. Un modèle exponentiel simple s'avère également bien ajusté aux données mais il est plus difficilement interprétable.

Les travaux de Carnis, utilisant les méthodes d'analyse de série chronologique interrompue, portent sur l'évaluation du programme français d'implantation des systèmes de contrôle sanction automatisé (CSA) de la vitesse, mis en place en 2003 (Carnis, 2013). L'observation est faite, avant, après, sur une période de douze années (janvier 1999, décembre 2010). Les résultats montrent que la mise en place du programme CSA a induit une diminution significative et durable du taux d'accident mortel pour 100 000 véhicules de 21%. Concernant les accidents corporels, une diminution importante, 26.2%, est constatée le premier mois suivant l'introduction du CSA, mais cet effet positif s'atténue au fil du temps jusqu'à atteindre seulement 0.8% en décembre 2010, fin de la période d'observation.

Viallon en 2013, en référence au modèle puissance de Nilsson, étudie le rôle des excès de vitesse sur le risque d'être impliqué dans un accident mortel, selon l'importance de cet excès (Viallon, 2013). L'étude porte sur les accidents mortels impliquant une automobile survenus de jour pendant la période 2001-2010. Les données d'accidents ainsi que les données vitesses du trafic sont fournies par l'Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière (ONISR). À noter que pendant la période étudiée, les vitesses du trafic ont significativement évoluées, du fait de l'apparition du programme CSA en 2003 (cf. paragraphe précédent). Les résultats montrent que sur la période étudiée et sur les routes secondaires, la part des accidents mortels attribuables à des grands excès de vitesse (>20 km/h au-delà de la limite autorisée) a diminué de 25% à 6%, celle des excès modérés (entre 10 et 20 km/h) de 13% à 9%, alors que la part attribuable aux petits excès de vitesse (< 10km/h) aurait augmenté de 7% à 13%. Ces résultats montrent que la mise en place du CSA a été efficace contre les "grands" excès de vitesse, mais aujourd'hui l'enjeu, "petits" excès de vitesse, apparait comme très important.

Différentes publications rassemblent de façon détaillée des états de l'art sur la problématique de la vitesse et de la sécurité routière, nous citons par exemple les Actes Inrets n°105 (Dekkers, 2006) et pour l'international (OCDE/CEMT, 2007).

La première partie de cette étude présente une analyse descriptive des différentes notions de vitesses dans les Études Détaillées d'Accidents (EDA). Sans vouloir modéliser, au sens statistique du terme, le rôle de la vitesse sur le risque d'accident, nous espérons apporter des éléments de connaissances utiles à la communauté scientifique ainsi qu'aux personnes en charge de l'élaboration de politiques de sécurité routière.

3. Les Études Détaillées d'Accidents

Le Laboratoire Mécanismes d'Accidents de l'IFSTTAR 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. Les procès-verbaux d'accidents établis par les forces de l'ordre ont pour objectif principal de renseigner sur la responsabilité de tel ou tel impliqué dans la survenue d'un accident à des fins de réparation et/ou de sanction. Ces procédures sont aussi utilisées pour l'établissement de statistiques nationales qui renseignent sur le nombre d'accidents et les enjeux. L'objectif des EDA est tout autre, indépendamment de la notion de faute, les EDA doivent permettre de comprendre et d'expliquer le déroulement des accidents et les processus en jeu dans leur construction. Les EDA appartiennent au domaine de l'accidentologie clinique (analyse au cas par cas), elles représentent un outil complémentaire aux études statistiques.

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...

Le secteur d'enquête est centré sur la ville de Salon-de-Provence (45 000 habitants) et recouvre environ 600 km² (cf. **Figure 1**). Avec de nombreux villages importants (5-6000 hab.), ce secteur englobe une population de l'ordre de 80 000 habitants. Il est caractérisé par une large diversité d'infrastructures routières : autoroutes, routes "autrefois" nationales, départementales (dont certaines sont sinueuses). Dans les années 1999-2004, la zone de recueil EDA a été étendue à la ville d'Aix-en-Provence (140 000 habitants) afin d'étudier des accidents se produisant dans une agglomération plus importante.

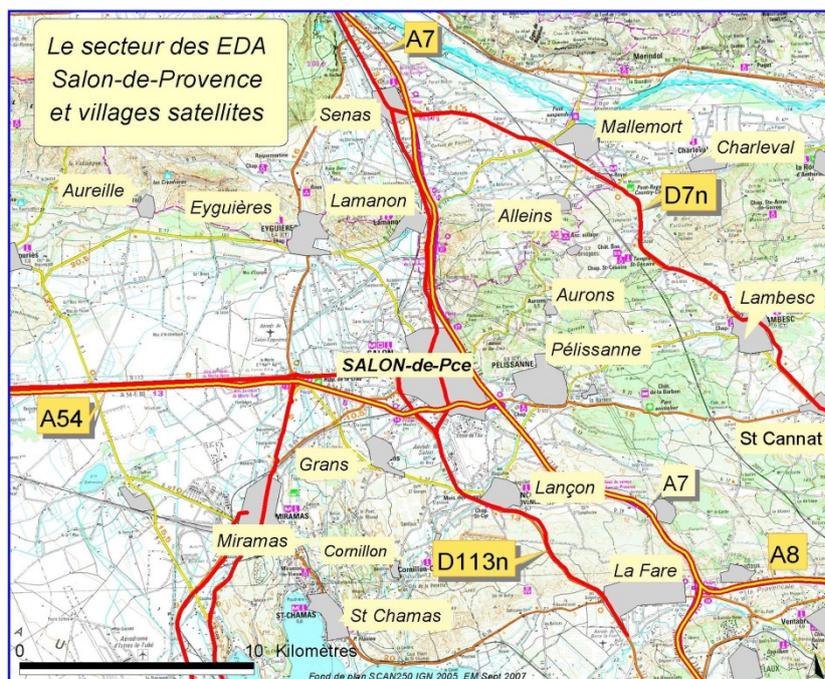


Figure 1 : secteur de recueil EDA

Le recueil s'effectue au cours d'astreintes de semaine et de week-end, en alternance, 24h/24h. Les enquêteurs (un technicien et un psychologue) sont alertés par un message écrit "texto" directement envoyé sur leur téléphone portable par le système informatique de gestion des interventions du Service Départemental d'Incendie et de Secours des Bouches-du-Rhône. Et ce, pour tout accident de la circulation routière survenant dans leur secteur d'enquête. L'intervention sur les lieux de l'accident s'effectue le plus rapidement possible (généralement dans les 15 minutes après la survenue de l'accident) dans le but de collecter le maximum d'informations susceptibles de disparaître rapidement. Pour l'enquêteur technique qui traite principalement les indices matériels, il s'agit généralement de relever les positions finales des véhicules, le point d'impact, les traces laissées sur le sol (pneumatiques, fluides, débris, etc.), l'occupation et la charge des véhicules impliqués... Il filme également la scène, prend des photos et effectue les mesures nécessaires afin d'établir un plan précis de l'accident.

Pour l'enquêteur psychologue, il est très important d'interviewer rapidement les impliqués (et les éventuels témoins) afin de recueillir le maximum d'informations sur les circonstances, le déroulement de l'accident, tel qu'ils l'ont perçu avant toute reconstruction a posteriori, ou apports d'informations extérieures.

Toutes ces données sont ensuite mises en commun et confrontées dans le but d'orienter une deuxième phase de recueil dite recueil complémentaire. Il s'agira cette fois, pour l'enquêteur technique, d'étudier plus précisément l'infrastructure concernée, les itinéraires d'approche, de contrôler pour chaque véhicule l'état des éléments de sécurité primaire (pneumatiques, freins, direction, suspensions, etc.), mais aussi de mesurer les déformations des véhicules, de vérifier l'habitacle pour déterminer les éventuels éléments générateurs de lésions.

Parallèlement, les dossiers médicaux concernant les victimes sont colligés au sein du service des urgences de l'hôpital de Salon-de-Provence. L'enquêteur psychologue réalise un deuxième entretien avec les conducteurs impliqués pour mieux connaître leur état de santé, leur expérience de conduite, du véhicule utilisé au moment de l'accident et des lieux... Mais aussi pour revenir avec eux sur le déroulement et les circonstances de l'accident. Une reconstruction de l'accident utilisant une méthode cinématique (Lechner, 1986) est ensuite effectuée. Finalement, une synthèse globale de l'accident est rédigée par l'équipe d'enquête et l'ensemble de ces données est ensuite mis en forme et informatisé.

L'accidenthèque EDA de l'IFSTTAR comporte aujourd'hui environ 1150 cas recueillis depuis 1992, impliquant tous types d'usagers.

4. Partie 1 - Analyse descriptive des différentes notions de vitesses dans les EDA

L'objectif de cette partie est d'étudier de manière détaillée les vitesses d'approche, en fonction du contexte pré-accident (environnement, type de véhicule, trafic, etc.) et du déroulement de l'accident (caractéristiques du lieu, type de conflit, manœuvres, etc.). Cette étude abordera en particulier, le rapport entre les vitesses pratiquées par les usagers impliqués dans un accident EDA, les vitesses couramment pratiquées et la vitesse réglementaire sur le même lieu.

La vitesse d'impact, ou vitesse au choc, est une donnée généralement exploitée par les spécialistes de la sécurité secondaire. L'exploitation de cette donnée, notamment sa relation avec la vitesse d'approche, permettra de compléter cet objectif.

La question de la relation de ces caractéristiques de vitesse avec la gravité de l'accident, domaine à priori complexe, sera également abordée.

Ces travaux de recherche porteront sur un échantillon d'environ 400 cas (accidents s'étant produits il y a moins de dix ans, entre 2004 et 2013) issus de l'accidenthèque EDA.

La réalisation de ce travail comporte deux étapes :

Sélection des cas dans l'accidenthèque EDA et construction d'une base de données ad hoc

Un important travail préparatoire est ici nécessaire.

Il s'agit de passer en revue l'ensemble des 500 cas EDA entre 2004 et 2013 pour :

- ne sélectionner que les cas où une reconstruction a pu être réalisée,
- compléter certains cas afin de s'assurer de l'homogénéité de la base finale,
- préciser le rôle de chaque véhicule dans le déroulement de l'accident,
- déterminer le rapport de pertinence des vitesses calculées à la vitesse du trafic (par exemple la vitesse d'un véhicule à l'arrêt, ou en démarrage, n'est pas "pertinente").

Les définitions des différents types de vitesse et des notions utilisées seront développées. En relation avec nos objectifs, la base à construire devra compiler l'ensemble des informations nécessaires concernant les caractéristiques générales de l'accident, l'infrastructure, le véhicule et ses paramètres cinématiques, ainsi que quelques caractéristiques des usagers.

Un état des variables principales (effectif par type de véhicule, de lieu, ...) sera réalisé, notamment afin de mieux cibler les analyses détaillées à suivre.

Analyse descriptive et exploitation de la base de données

Il s'agira de décrire et comparer les vitesses d'approche des usagers impliqués dans un accident EDA, aux vitesses réglementaires et aux vitesses généralement pratiquées par les usagers non impliqués dans un accident.

Cette exploitation sera réalisée de manière détaillée, selon le type d'accident (pertes de contrôle, accidents avec interaction), de véhicule impliqué (automobiles, deux roues motorisés, poids lourd, etc.), de lieu (section courante, intersection), d'environnement, de catégorie de route, de manœuvre effectuée (dépassement, entrée sur chaussée, approche prioritaire d'une intersection, etc.), de milieu (en agglomération / hors agglomération).

Les vitesses au choc seront également analysées.

4.1 Définitions et commentaires sur les notions utilisées dans notre étude

Situation de conduite, d'accident, d'urgence, de choc : ces notions se réfèrent aux différentes phases issues du modèle d'analyse de l'accident mis au point et utilisé par les chercheurs du laboratoire LMA (**Figure 2**)

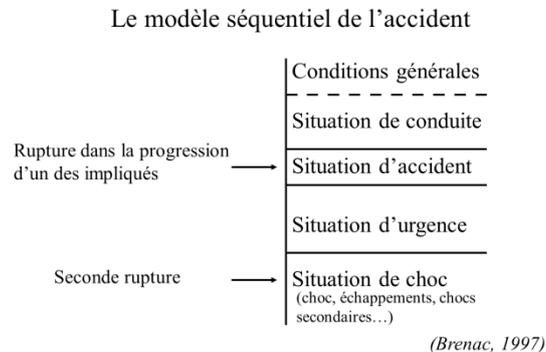


Figure 2 : modèle d'analyse de l'accident

Le modèle d'analyse séquentiel permet de caractériser les évolutions de chaque véhicule.

En complément, la reconstruction cinématique de l'accident permet, pour chaque véhicule impliqué, de quantifier ces différentes situations et leurs enchaînements, en termes d'espace-temps, accélération et vitesse.

Vitesse en situation d'accident (V_{sa}) : en référence à l'analyse séquentielle de l'accident, *c'est la vitesse pratiquée par le véhicule concerné à l'instant où le système bascule d'une situation de conduite "normale" à une situation "d'urgence"*. Elle correspond à la vitesse d'approche pratiquée à la fin de la situation de conduite, c'est-à-dire la vitesse à laquelle l'usager aborde les lieux. C'est principalement cette vitesse que nous exploiterons. Nous la nommerons V_{sa} .

C'est une vitesse calculée, issue d'une reconstruction cinématique. Cette donnée est le résultat de calculs qui intègrent de multiples évaluations (caractéristiques du véhicule, de l'adhérence, évolutions, traces, chocs sur véhicules et obstacles, ...) qui relèvent de l'expertise.

La précision de la donnée essentielle qui nous intéresse ici, V_{sa} (Vitesse en situation d'accident) est variable. Nous avons déterminé 3 niveaux de qualité de la reconstruction selon la quantité et la qualité des données disponibles:

- Niveau 1 : données disponibles complètes ; une reconstruction est réalisée. Pour la majorité de nos cas, la précision de la V_{sa} est évaluée à +/- 5%,
- Niveau 2 : les données objectives sont incomplètes et/ou approximatives. Une reconstruction complète n'est pas faisable. Toutefois, les éléments présents dans le dossier (déclarations, témoignages, observations et connaissance des lieux, ... et quelques données objectives telles que déformations, positions finales, etc.) permettent aux experts de quantifier quelques éléments (e. g. vitesse au choc) et de donner une estimation crédible de la V_{sa} à +/- 10%,
- Niveau 3 : les informations et données sont globalement insuffisantes ; la reconstruction cinématique n'est pas faisable et une estimation fondée sur des éléments objectifs est impossible.

À noter que les cas avec une précision de Niveau 3 sont a priori exclus de nos exploitations.

Vitesse au choc (Vchoc): au même titre que la vitesse en situation d'accident, cette donnée résulte de la reconstruction cinématique de l'accident. *C'est la vitesse à laquelle l'impact principal se produit (vitesse "d'entrée de choc"); lorsque l'accident comporte plusieurs chocs, entre véhicules ou non, c'est la vitesse d'entrée du choc le plus important (en terme d'énergie) qui est retenue.*

Vitesse radar ou vitesse du trafic (Vtrafic) : *c'est la valeur moyenne des vitesses mesurées par l'enquêteur sur une dizaine de véhicules en circulation "libre" au niveau de la situation d'accident, dans des conditions les plus similaires à celles de l'accident.*

Vitesse "libre" vs "en file": la vitesse du véhicule est, ou n'est pas, contrainte ou ajustée sur les véhicules précédents

Vitesse réglementaire (VR) : *vitesse réglementaire sur le lieu d'accident.*

La "manœuvre origine": parmi l'ensemble des nombreux descripteurs d'un accident, la variable "manœuvre origine", de la table des "caractéristiques générales", a un statut particulier. Elle résulte d'une typologie d'accidents que nous utiliserons dans nos exploitations sur les vitesses. C'est une variable d'analyse et de synthèse qui s'intéresse à l'origine de l'accident, et non à la configuration des chocs, indépendamment du nombre, du type d'impliqués et de la localisation des chocs.

Elle est structurée en quatre familles d'accidents et détaillée en une quarantaine de modalités¹.

- Si, à l'origine de l'accident il n'y a pas de conflit, ou d'interaction, avec un autre mobile (véhicule ou piéton), l'accident est du type "**perte de contrôle** véhicule seul" et la manœuvre origine sera à choisir parmi les modalités de la famille 10. *Les modalités principales sont ici la perte de contrôle en courbe et la perte de contrôle en ligne droite.*
- S'il s'agit d'un conflit avec un **piéton**, traversant ou non, l'accident appartient à la famille 20.
- S'il y a interaction avec un autre véhicule en **section courante**, l'accident appartiendra à la famille 30. *On peut distinguer ici deux types de "manœuvres origine" ; d'une part, celui où les véhicules sont en circulation "continue" sur la route (accidents liés à un ralentissement, un croisement, un changement de file ou un dépassement) et, d'autre part, les conflits dont l'origine est une manœuvre d'entrée, ou de sortie, de chaussée ou une manœuvre particulière telle qu'un demi-tour. Dans notre analyse nous constatons que, notamment du point de vue du rôle des impliqués, ce dernier type d'accident présente des similitudes avec ceux en intersection.*
- S'il y a interaction avec un autre véhicule en **intersection**, l'accident appartiendra à la famille 40. *Les modalités détaillent les directions et mouvements des impliqués, ainsi que des configurations particulières telles que les conflits sur carrefour giratoire.*

Notion de "pertinence" de la vitesse: *la vitesse d'un véhicule impliqué dans un accident est jugée "pertinente" si elle peut faire l'objet d'une comparaison avec la vitesse du trafic (cf. vitesse radar) et avec la vitesse réglementaire de l'infrastructure sur laquelle il circule. Par conséquent, sont exclus les véhicules pour lesquels cette comparaison n'a pas de sens, notamment lorsqu'un véhicule est à l'arrêt ou lors de manœuvres particulières telles que: demi-tour, marche arrière, reprise d'accélération après un arrêt, manœuvres de stationnement, manœuvre tournante ou de sortie de chaussée, vitesses imposées par la signalisation ou des circonstances particulières : arrêt à un stop, à un carrefour, bouchons, travaux, circulation hors chaussée, etc.*

¹ Voir détails en annexe 1

Rôle du véhicule, notion de véhicule "déclencheur": *un accident où plusieurs véhicules sont impliqués, le véhicule "déclencheur" est celui qui a provoqué la rupture, c'est-à-dire le basculement de la situation de conduite vers une situation d'accident.* Par exemple, dans le cas d'un accident en intersection, un usager A non prioritaire engage une traversée et coupe la route à un usager B prioritaire ; l'usager A est le déclencheur. Dans le cas d'une perte de contrôle en courbe, si plusieurs véhicules sont impliqués dans l'accident, le véhicule ayant perdu le contrôle est le déclencheur. Dans certains cas très minoritaires (par exemple accidents de type "croisement sur chaussée étroite") il est difficile de trancher ; chacun des deux véhicules peut alors être considéré comme déclencheur.

Dans le cadre de notre étude sur les vitesses pratiquées par les usagers impliqués dans un accident, ce qualificatif sera une information intéressante, notamment de par sa combinaison avec la notion de pertinence. En effet, la plupart de nos analyses porteront exclusivement sur des véhicules dont la vitesse est "pertinente", mais dont certains sont "déclencheurs" et d'autres non. Le type d'accident concerné étant fortement segmenté selon cette notion de déclencheur, cet élément sera détaillé et pris en compte lors de l'interprétation des résultats.

4.2 Construction de la base de données

La base de données EDA

Les données concernent à la fois le domaine de la sécurité primaire (compétence origine du laboratoire) mais également le domaine de la sécurité secondaire. La base EDA contient tous types d'accidents de la route impliquant au moins un blessé léger ; une personne blessée étant pour nous une personne transportée à l'hôpital. Elle s'attache à être illustrative de la diversité des accidents, à défaut d'être statistiquement représentative. Elle compte environ 1150 cas d'accidents impliquant tous types d'usager recueillis depuis 1992. Elle permet, avec un taux de renouvellement d'environ 50 cas/an, de disposer constamment de 500 cas de moins de dix ans lorsque la thématique de recherche nécessite l'utilisation d'accidents "récents".

La base de données pour l'analyse des vitesses (base VEDA) a été constituée en exploitant la totalité des dossiers d'accidents réalisés dans le cadre de l'EDA entre 2004 et 2013, soit 10 années. Cette base EDA de référence comporte 723 véhicules impliqués dans 473 accidents.

Structure des tables de la base EDA

Le codage des accidents est réalisé par les enquêteurs. La structure hiérarchique des tables, comparable à la structure des tables du Baac (Bulletin d'analyse d'accident corporel de la circulation), est illustrée ci-dessous. Des tables spécifiques concernant la sécurité secondaire existent par ailleurs.

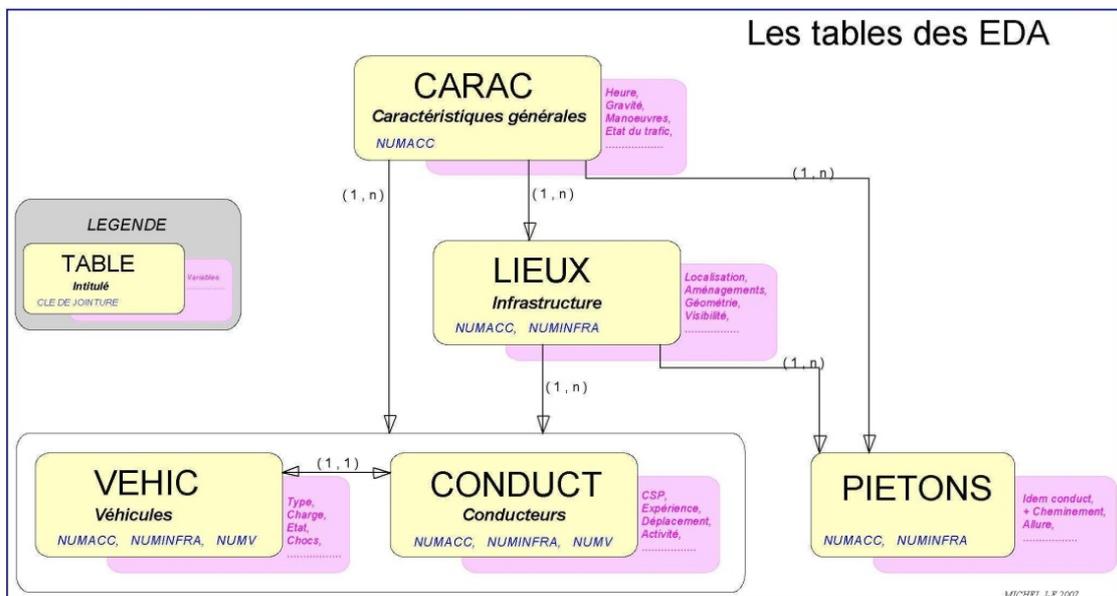


Figure 3 : structure de la base de données EDA

Construction de la base initiale

Dans cette étude, le questionnement principal interroge le niveau de vitesse pratiqué par les véhicules impliqués dans les accidents. La base à construire se réfère donc à une population de véhicules. La base VEDA initiale a été constituée en prenant en compte tous les cas d'accidents où une reconstruction cinématique a pu être réalisée (avec un niveau de précision de 1 ou 2), permettant ainsi d'avoir une donnée chiffrée concernant les vitesses pour au moins un véhicule impliqué. Les principaux paramètres résultant des reconstructions (V_{sa} et V_{choc}) ont été saisis pour chaque véhicule. Les données qualitatives ("pertinence" de la V_{sa} , rôle "déclencheur" ou non) ont également été notées pour chaque véhicule.

De par l'organisation des différentes tables de codage, toute autre variable peut être associée, par jointure, à chaque véhicule. Au-delà de ses caractéristiques propres telles que le type de véhicule ou les vitesses calculées, nous pourrions, par exemple, associer des caractéristiques du conducteur, du type de choc, de la gravité, du lieu, etc. Ces caractéristiques et leurs associations seront nécessaires pour l'interprétation de nos résultats.

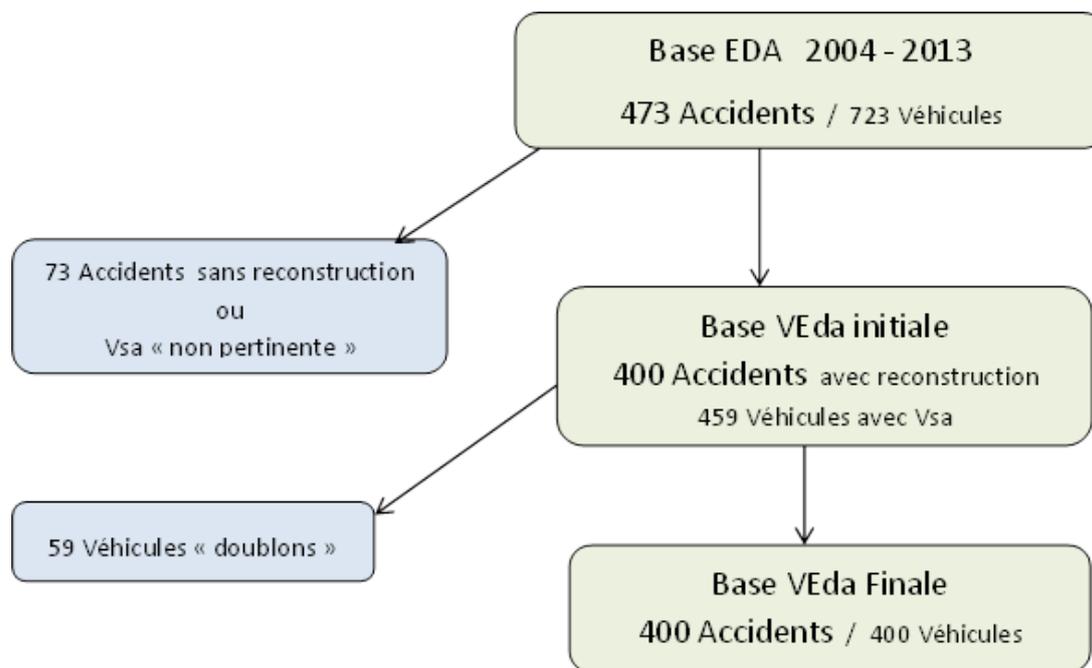


Figure 4 : effectif des différentes bases

Quelques précisions utiles sur la sélection des véhicules et les effectifs de la base VEda

Vitesses "non pertinentes"

La définition de cette notion, indispensable par rapport aux questions posées dans cette étude, implique que certains véhicules sont jugés "non pertinents" et ne seront pas pris en compte notamment pour l'étude portant sur les vitesses en situation d'accident.

Afin de préciser cette notion, nous avons détaillé les cas d'un sous-échantillon constitué des accidents des années 2011 à 2013. Sur un total de 145 accidents, 57 ont au moins un véhicule dont la Vsa est considérée "non pertinente" ; cela représente 63 véhicules.

Vsa en km/h	Vsa indéterminée	Vsa = 0	5 < Vsa < 15	15 < Vsa < 30
Effectif = 63	6	23	20	14

Tableau 1 : niveau de la Vsa sur un sous-échantillon de 63 véhicules jugés "non pertinents"

Dans quelques cas la Vsa est indéterminée. Il s'agit de cas particuliers. Par exemple, suite à un endormissement du conducteur, le véhicule sort de la route à vitesse modérée et percute un obstacle; si nous pouvons chiffrer la vitesse à l'impact (Vchoc), le manque d'indices objectifs et subjectifs (traces, déclarations détaillées du conducteur...) rend impossible la détermination de l'instant de la situation d'accident (rupture) et ainsi l'évaluation de la Vsa.

Dans 23 cas, le véhicule est à l'arrêt à l'instant de la situation d'accident. Ceci concerne en particulier des configurations d'accident, -de type "ralentissement" ou "véhicule arrêté en attente dans le cadre d'une manœuvre de tourne-à-gauche" en section courante ou en intersection-, qui génèrent des chocs arrières.

Pour les 34 autres véhicules, en mouvement lors du basculement en situation d'accident, on constate que le niveau des vitesses est très faible, non comparable à la vitesse du trafic sur le même lieu. Ces vitesses faibles correspondent à des véhicules qui sont en cours de manœuvre.

On note que parmi l'ensemble de ces 63 véhicules dont la Vsa est non pertinente, 2 sur 3 sont impliqués dans un accident en agglomération, alors qu'une forte majorité des accidents de notre base (71%) se sont produits hors agglomération. Cela illustre le fait que de nombreux véhicules impliqués sont en train de manœuvrer, ou de circuler à très faible vitesse, ou sont arrêtés lors d'un accident en agglomération, dans une proportion beaucoup plus importante que pour les accidents hors agglomération.

La "manœuvre-origine" des accidents concernés et le rôle du véhicule permet de préciser cette notion de vitesse "non pertinente".

On note quelques cas (5) de pertes de contrôle particulières où la Vsa est très faible ou indéterminée (endormissement, VL hors chaussée percute par un VL en perte de contrôle, chute d'un cycliste) et 3 cas d'accidents avec un piéton (2 véhicules reculant, 1 véhicule en démarrage).

On note également 10 cas où un véhicule arrêté a été percute à l'arrière par un VL le suivant. Dans ces configurations d'accident, lorsque plusieurs véhicules sont impliqués, celui dont la vitesse est jugée "non pertinente" n'est, généralement, pas le "déclencheur" de la situation d'accident.

Tous les autres cas (soit 43/63) concernent des manœuvres où un véhicule effectue un mouvement traversant ou tournant ("sortie / entrée sur chaussée"), en section courante (18) ou en intersection (26) ; on note également quelques cas de demi-tour. Dans tous ces accidents, la vitesse du véhicule qui manœuvre est très faible ou nulle.

En résumé, dans le cadre des questions posées dans cette étude (niveau des vitesses pratiquées en situation d'accident), la notion de "pertinence" de la vitesse pratiquée nous a amené à éliminer un certain nombre de véhicules (de l'ordre de 30% du nombre total de véhicules impliqués). Ces véhicules sont, dans une très forte majorité, impliqués dans des configurations d'accidents où ils effectuent une manœuvre de traversée ou un mouvement tournant, un demi-tour dans quelques cas, en section courante ou en intersection. Du point de vue de l'analyse séquentielle de l'accident, ces manœuvres ont provoqué le basculement vers la situation d'accident et, de ce fait, ces véhicules sont considérés comme "déclencheurs" de la situation. Lors de ce basculement, leur vitesse est très faible, voire nulle (véhicule arrêté) ; elle ne peut être comparée à la vitesse du trafic, ou à la vitesse réglementaire, et est donc considérée comme "non pertinente".

À l'issue de cette étape de sélection, notre base comporte 459 véhicules impliqués dans 400 accidents.

Question des "doublons"

À l'issue de l'étape précédente, 85% des accidents de la base (341/400) intègrent un seul véhicule dont la Vitesse en situation d'accident (V_{sa}) a été calculée.

Pour 59 accidents (15% de la base), nous avons 2 véhicules avec une V_{sa} "pertinente". Cette particularité pose un problème dans la mesure où nos exploitations se référeront à un effectif d'accidents.

Nous avons comparé les valeurs de vitesse et le rôle de chaque véhicule dans ces accidents. Il ressort que, dans une large majorité de cas, le véhicule "déclencheur" a une vitesse très supérieure à l'autre véhicule. Lorsque ces vitesses sont d'un niveau équivalent, le rôle des véhicules est très différencié.

La distribution de ces cas selon le type d'accident est aussi très particulière ; il s'agit, pour une moitié, d'accidents de type "perte de contrôle", en courbe ou en ligne droite, où l'initiateur de la perte de contrôle est identifié, et, pour l'autre moitié, principalement de manœuvres de type "croisement". Dans ce dernier cas, on est en présence d'une interaction apparemment symétrique entre deux véhicules, souvent liée à un problème d'espace disponible sur chaussée étroite, notamment en virage.

Dans ces accidents un usager est le "déclencheur" et l'autre, généralement en sens inverse, a un rôle "passif" dans l'origine de l'accident ; nous appelons ce dernier le "doublon".

Pour que notre exploitation des vitesses, au niveau d'un effectif d'accident, soit plus cohérente et homogène, nous supprimons ces 59 véhicules "doublons" de notre base finale.

La base finale VEDA utilisée pour l'étude principale portant sur les vitesses en situation d'accident comprend donc 400 véhicules impliqués dans 400 accidents de la base EDA, qui se sont produits entre 2004 et 2013 (cf. **Figure 4**)

4.3 Analyse globale de la base VEda

Localisation des accidents et vitesses réglementaires

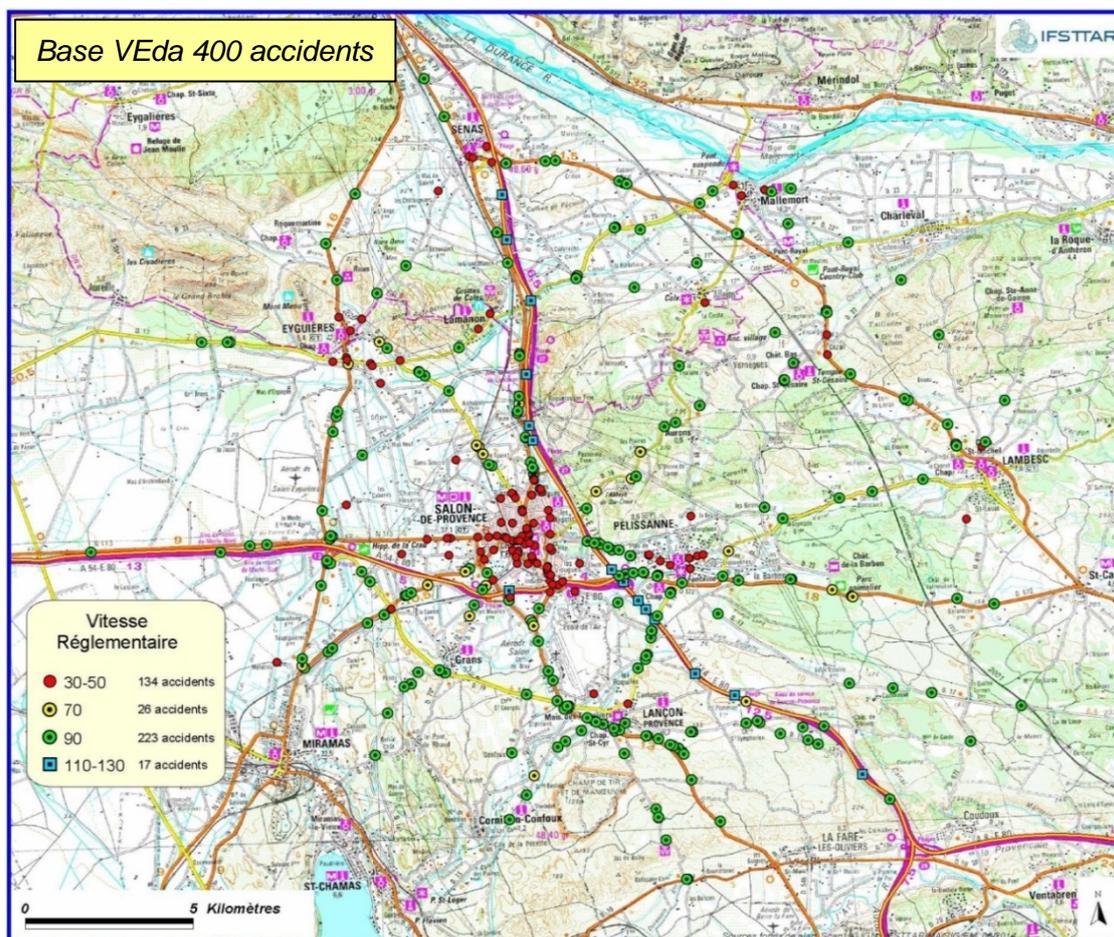


Figure 5 : localisation des accidents de la base VEda

Notre échantillon est très fortement orienté vers la rase-campagne (70%).

On peut noter qu'un nombre assez important d'accidents (40 cas soit 10%) se sont produit en rase-campagne sur des lieux où la vitesse est limitée à 70 ou 50 km/h. Cela illustre notre secteur de recueil qui possède un maillage de réseau routier assez dense et varié, associant d'anciennes routes nationales importantes (RN7, RN113) et des RD de tous gabarits. Ce secteur se caractérise également par la présence de nombreux villages où sont localisés une partie des accidents en agglomération (35/120 soit 29% des cas en agglomération). On note un effectif faible (17cas soit 4%) d'accidents sur autoroute.

Localisation	Rase-Campagne				Agglomération		Total
	280 accidents (70%)				120 accidents (30%)		
Vitesse Réglementaire	110-130	90	70	50	50	30	
Nb Accidents	17	223	27	13	110	10	400
% d'accidents	4%	56%	7%	3%	28%	3%	100%

Tableau 2 : description de notre base VEda selon la vitesse règlementaire et le type de milieu

Manœuvre-origine de l'accident

La typologie complète de la variable "manœuvre-origine" comprend plus de 50 modalités (cf. détail en **Annexe 1**). Graphiquement, le début de cette arborescence est présenté ci-dessous :

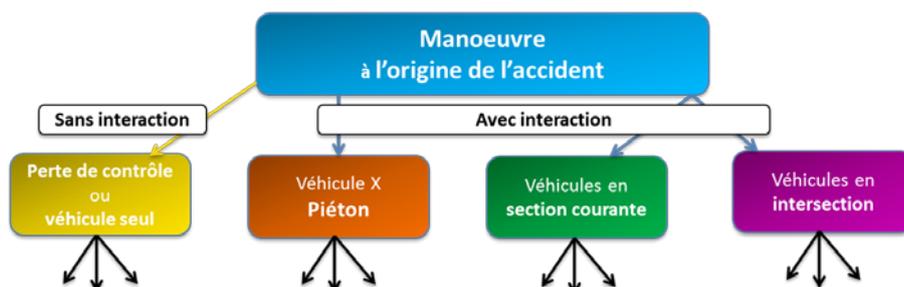
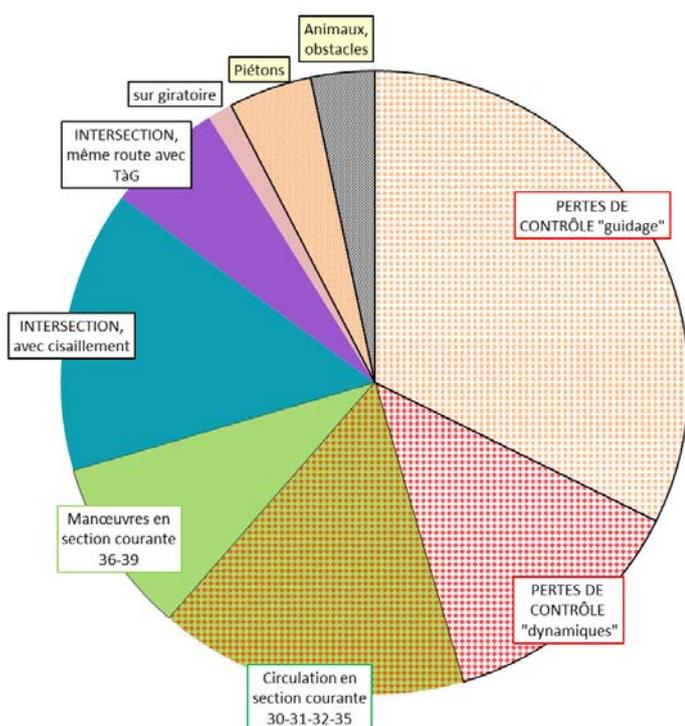


Figure 6 : classification de la manœuvre à l'origine de l'accident, principales catégories

Nous présentons ci-dessous la distribution de nos accidents de manière simplifiée, à partir des 3 grandes catégories : les pertes de contrôle (véhicule seul), les accidents avec interactions en section courante et ceux en intersection. Pour plus de cohérence, notamment du point de vue des mécanismes en jeu, chacune de ces catégories est subdivisée en deux, constituant ainsi des "familles" d'accidents.

Pertes de contrôle 45%		Section courante 25%		Intersection 20%		Autres
Pertes de contrôle "guidage"	Pertes de contrôle "dynamique"	Circulation en section courante	Manœuvres en section courante	Intersection, route sécantes	Intersection, même route avec TàG	Piétons, animaux, giratoires
130	52	62	36	57	28	35
33%	13%	16%	9%	14%	7%	10%

Tableau 3 : description des types d'accident



Trois autres types d'accidents, peu représentés dans notre échantillon (35 cas en tout), ne constituent pas une « famille » d'accidents :

- les accidents avec un piéton (17 cas, 4% de la base),
- les accidents consécutifs à une traversée d'animaux, ou à la présence d'un obstacle sur chaussée, (13 cas, 3,5% de la base),
- les conflits sur carrefour giratoire (5 cas, 1% de la base).

Figure 7 : distribution par familles d'accidents

De manière très synthétique, les définitions de ces "familles" d'accidents sont les suivantes :

- **Les pertes de contrôle de type guidage**, en ligne droite ou en courbe. Dans ces cas il y a "interruption du contrôle de la trajectoire" et dérive du véhicule qui sort de sa voie. Cette catégorie intègre les cas d'endormissement/somnolence, tâche annexe, distraction, malaise, ..., et les cas de contrôle "dégradé" de la trajectoire dès l'origine (par exemple avec alcoolisation).
- **Les pertes de contrôle en courbe de type dynamique** : sortie de chaussée, ou de la voie, du fait de sollicitations trop fortes (vitesse/accélérations) par rapport aux caractéristiques du tracé, du véhicule, de l'adhérence et aux capacités du conducteur,
- **Circulation en section courante** avec interactions entre véhicules, avec trois configurations principales : les "croisements", en courbe ou en ligne droite, les "ralentissements-chocs arrières" et les "dépassements",
- **Manœuvres en section courante** avec interactions entre véhicules : cette catégorie concerne majoritairement les manœuvres de type "sortie de chaussée", minoritairement les "entrées sur chaussée" et quelques cas (5) de "demi-tours",
- **En intersection**, interaction entre véhicules circulant sur des routes différentes (**cisaillement**), avec manœuvre de traversée ou "tourne-à-gauche" (TàG).
- **En intersection**, interaction entre véhicules circulant sur la **même route**, en sens inverse ou dans le même sens, avec une manœuvre de TàG.

Notre base d'accidents VEDA est, du point de vue des types de conflits, à l'image de notre secteur d'enquête, fortement orienté vers la rase-campagne, avec une très forte proportion d'accidents de type "perte de contrôle".

Manœuvre-origine de l'accident et rôle du véhicule

La typologie décrite précédemment constitue une segmentation en "familles" d'accidents qui sont également homogènes du point de vue du rôle, "déclencheur" ou "non", du véhicule dans l'accident (cf. définition page 10). Dans le tableau ci-dessous, cette typologie est détaillée selon les 10 modalités que nous utiliserons pour nos exploitations suivantes.

Manœuvre "origine"	PERTES DE CONTRÔLE ou "véhicule seul" 49% (194/398)			Interaction PIETON	Interaction/conflit en SECTION COURANTE			Interaction/conflit en INTERSECTION			
	1	2	3		4	5	6	7	8	9	
	Type "guidage" en ligne D, en courbe ou inter.	Type "dynamique" en courbe	Traversée animaux, obst./ch. (13)	Piétons traversant ou longeant (17)	"Circulation" Croisement en courbe ou en ligne D	"Circulation" en file, changt de file, dépassement	"Manœuvres" entrée/sortie chaussée, 1/2 tour	avec "cisaillement" en traversée, en TàG, en TàD	même route avec TàG, 1/2tour	sur giratoire	
Effectif	130	52			26	36	36	57	28	5	370
Déclencheurs	130	52			26	36	0	2	1	2	249
	100%		(Manœuvres 3 et 4, voir commentaire ci-dessous)		100%		4%				

Tableau 4 : effectif par manœuvre-origine et rôle du véhicule avec Vsa

Les "déclencheurs" : pour les manœuvres-origine de type 1, 2, 5 et 6 (pertes de contrôle, de type guidage, dynamique et circulation en section courante), c'est toujours le véhicule "déclencheur" qui est présent dans la base VEDA.

Dans les pertes de contrôle, il n'y a généralement qu'un seul véhicule impliqué. La question du choix du véhicule "déclencheur", se pose seulement lorsque l'on est en présence de "doublons", pour les accidents en section courante de type "croisement-circulation en sens inverse" et les pertes de contrôle où plusieurs véhicules ont une vitesse pertinente ; cette question des "doublons" a été développée précédemment (Page 15).

Les "non déclencheurs" : par rapport la notion de "déclencheur", les cas avec traversées d'animaux et les accidents avec piéton (type 3 et 4) sont considérés à part. Si ce type d'accident n'implique qu'un seul véhicule, il ne peut cependant être considéré comme le "déclencheur" au sens où il n'est pas strictement l'initiateur de la situation d'accident. Du point de vue du rôle de la vitesse, ces cas pourront être rapprochés des cas de "non déclencheurs" décrits ci-dessous.

Pour les autres types d'accidents, de type 7 à 10 (manœuvres en section courante et tous les cas en intersection), le véhicule dont la vitesse est pertinente n'est pas le "déclencheur". Dans ces cas, le véhicule "déclencheur" est, en situation d'accident, soit en phase de ralentissement ou de circulation lente ou à l'arrêt, avant un mouvement tournant, soit en phase de démarrage, en traversée ou en mouvement tournant après un arrêt.

Le rôle de la vitesse en situation d'accident de ces conducteurs/véhicules "non déclencheurs" n'est toutefois pas neutre. Cette vitesse initiale intervient dès l'origine de la situation d'accident (par exemple sur la détectabilité, perception/évaluation de sa vitesse par un non prioritaire), tout au long de la situation d'urgence (en rendant plus difficile la réalisation d'une manœuvre d'évitement) et également lors de la phase de choc avec ses conséquences en terme de gravité. De ce point de vue, l'analyse accidents consécutifs à une traversée d'animal en sera une illustration assez claire.

Seuls quelques cas particuliers (par exemple, traversée d'une voie sans aucune perception de l'intersection, passage au feu rouge ou conflit de trajectoires sur giratoire) ne répondent pas à ce principe.

Le **Tableau 4** montre bien que le rôle du véhicule ("déclencheur" ou non), pour lequel une vitesse initiale (V_{sa}) a pu être calculée, est totalement lié au type de d'accident ; nous devons en tenir compte dans nos exploitations à venir, sur des échantillons homogènes.

Manœuvre-origine de l'accident et type d'environnement

Le **Tableau 5** ci-dessous exclu les cas sur autoroute (17) et sur carrefour giratoire (5). Les pourcentages affichés sont calculés par rapport au total en ligne.

PERTES DE CONTRÔLE ou "véhicule seul"						Interaction PIETON		Interaction/conflit en SECTION COURANTE						Interaction/conflit en INTERSECTION				TOTAL	
1		2		3		4		5		6		7		8		9			
Type "guidage" en ligne D, en courbe ou en inter.		Type "dynamique" en courbe		Traversée animaux, obst./ch.		Piétons traversant ou longeant		"Circulation" Croisement en courbe ou en ligne D		"Circulation" en file, changt de file, dépassement		"Manœuvres" entrée/sortie chaussée, 1/2 tour		avec "cisaillement" en traversée, en TàG, en TàD		même route avec TàG, 1/2tour			
TOUS LIEUX																			
121	32%	51	13%	11	3%	17	4%	26	7%	32	8%	36	10%	56	15%	28	7%	378	100%
HORS AGGLOMERATION																			
96	37%	43	16%	9	3%	2	1%	24	9%	21	8%	23	9%	28	11%	15	6%	261	100%
EN AGGLOMERATION																			
25	21%	8	7%	2	2%	15	13%	2	2%	11	9%	13	11%	28	24%	13	11%	117	100%

Tableau 5 : manœuvre-origine et environnement

La distribution des différents types de manœuvres selon l'environnement est logiquement bien différenciée : les pertes de contrôle et les accidents de type "croisement" se produisent essentiellement hors agglomération ; inversement, deux fois plus de cas en intersection en agglomération. On note aussi que les accidents de type 6 et 7 sont représentés dans les mêmes proportions sur chaque environnement.

Manœuvre-origine de l'accident et type de véhicule: VT vs Motos.

Le **Tableau 6** ci-dessous est similaire au tableau précédent, mais ne concerne que les "véhicules de tourisme" (VT) et les "Motos" (MTL+MTT).

Les pourcentages affichés sont calculés par rapport au total en ligne.

Manœuvres-origine	PERTES DE CONTRÔLE ou "véhicule seul"						Interaction PIETON		Interaction/conflit en SECTION COURANTE						Interaction/conflit en INTERSECTION				TOTAL	
	1		2		3		4		5		6		7		8		9			
	Type "guidage" en ligne D, en courbe ou en inter	Type "dynamique" en courbe	Traversée animaux, obst/ch.		Piétons traversant ou longeant		"Circulation" Croisement en courbe ou en ligne D		"Circulation" en file, changt de file, dépassement		"Manœuvres" entrée/sortie chaussée, 1/2 tour		"cisaillement" en traversée, en TàG, en TàD		même route avec TàG, 1/2tour					
TOUS LIEUX																			347	
VT	99	34%	42	14%	9	3%	15	5%	20	7%	21	7%	21	7%	46	16%	18	6%	291	100%
Motos	10	18%	6	11%	0	0%	2	4%	3	5%	8	14%	11	20%	9	16%	6	11%	56	100%
HORS AGGLOMERATION																				
VT	84	38%	36	16%	8	4%	1	0%	19	9%	17	8%	17	8%	28	13%	12	5%	222	100%
Motos	5	19%	4	15%	0	0%	1	4%	2	7%	3	11%	4	15%	5	19%	2	7%	27	100%
EN AGGLOMERATION																				
VT	15	22%	6	9%	1	1%	14	20%	1	1%	4	6%	4	6%	18	26%	6	9%	69	100%
Motos	5	17%	2	7%	0	0%	1	3%	1	3%	5	17%	7	24%	4	14%	4	14%	29	100%

Tableau 6 : manœuvre-origine et type de véhicule: VT vs MOTOS

*Nota !!! Lors des comparaisons de profils entre VT et Motos, les faibles effectifs de Motos rendent nécessaire de valider systématiquement ces écarts par un calcul de **significativité statistique** intégrant l'effectif total et l'effectif de la (ou des) modalité comparée pour chaque groupe de véhicules. Les comparaisons non significatives ($p > 0,05$) sont signalées par « (ns) ». Cette remarque s'applique à l'ensemble des exploitations à venir.*

De cette première comparaison entre les profils (effectif et %, selon les différents types de manœuvre) des VT et des Motos, on retiendra essentiellement les points suivants :

- **Globalement**, nos accidents avec une Moto impliquée et une vitesse pertinente se répartissent de manière quasiment égale entre rase-campagne et agglomération, alors que 76% de nos accidents avec VT concerne la rase-campagne.
- **Les pertes de contrôle de type "guidage"** sont très fortement représentées (34%) pour les VT, notamment hors agglomération (38%, soit le double par rapport aux Motos).
- **Les pertes de contrôle de type "dynamique" en courbe** sont représentées de manière équivalente pour les VT et les Motos (14% vs 11%) et se produisent essentiellement (36 cas/42 pour les VT et 4 cas /6 pour les Motos) hors agglomération.

- **Les accidents avec Motos** dont le profil, par rapport aux VT, se caractérise par une implication nettement plus fréquente dans les manœuvres-origine de type 6 et 7 [(34% vs 14%VT), en particulier en agglomération (43% vs 12%VT)], qui regroupent un ensemble de type conflits en section courante où les caractéristiques dynamiques jouent souvent un rôle majeur.
- **En intersection**, la proportion d'accidents est relativement comparable tous environnements confondus (part en intersection un peu plus forte pour les Motos ; 27% vs 22% (ns)). Cependant, une différenciation apparaît selon l'environnement : pour les Motos, la proportion d'accidents en intersection est quasiment identique en ou hors agglomération (28% - 26%) ; par contre, pour les VT, la proportion d'accidents en intersection est nettement plus forte en agglomération qu'en rase-campagne (35% vs 18%) ; (cette différence est beaucoup plus forte (24 cas / 55, soit 44% vs 18%) si on ne tient pas compte des accidents piétons (14 cas) qui n'existent qu'en agglomération).

Cette différenciation assez nette des Motos par rapport aux VT, du seul point de vue de la typologie des accidents et de l'environnement, pour ce qui concerne ici les seuls véhicules impliqués dans un accident et dont la vitesse est pertinente, semble assez cohérente avec des caractéristiques de vitesse pratiquées, elles aussi a priori différentes. L'analyse détaillée de ces accidents sera donc dissociée selon ces deux types de véhicule : les véhicules de tourisme (VT) et les motocyclettes (Motos).

Graphiquement, la distribution de l'ensemble des VT selon le tableau 6 peut être représentée ainsi :

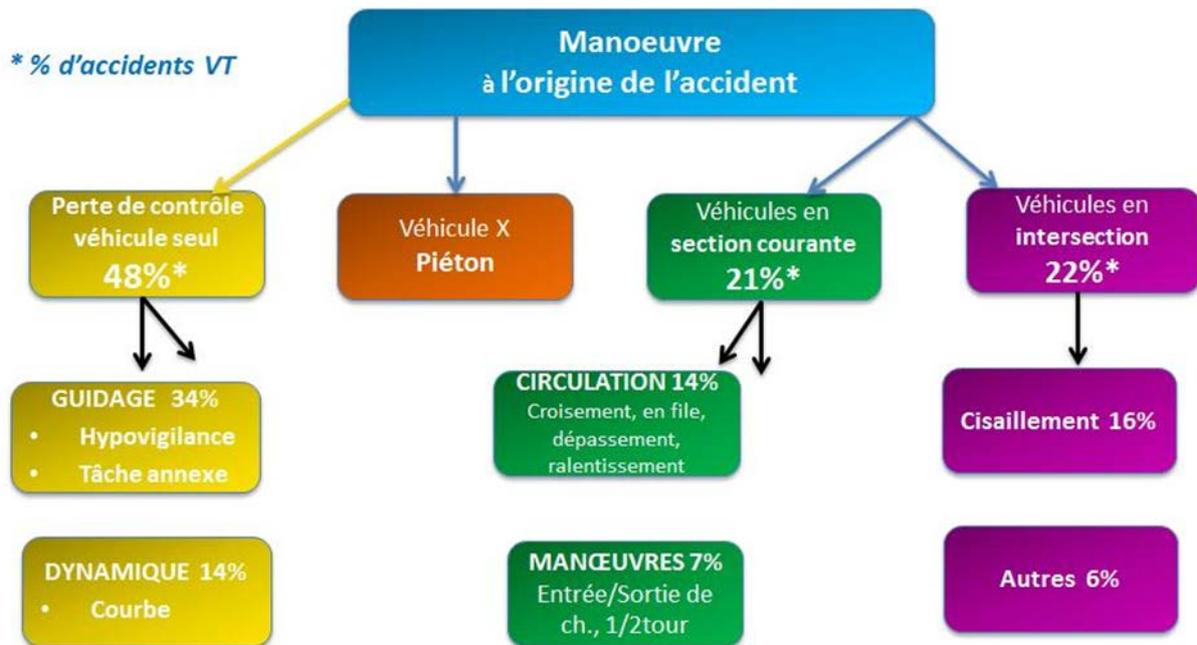


Figure 8 : Distribution des VT par type de « manœuvre-origine » de l'accident

Types de véhicules

VT	VUL	PL	Cyclos	MTL	MTT
295	8	13	26	14	44
73,8%	2,0%	3,3%	6,5%	3,5%	11,0%

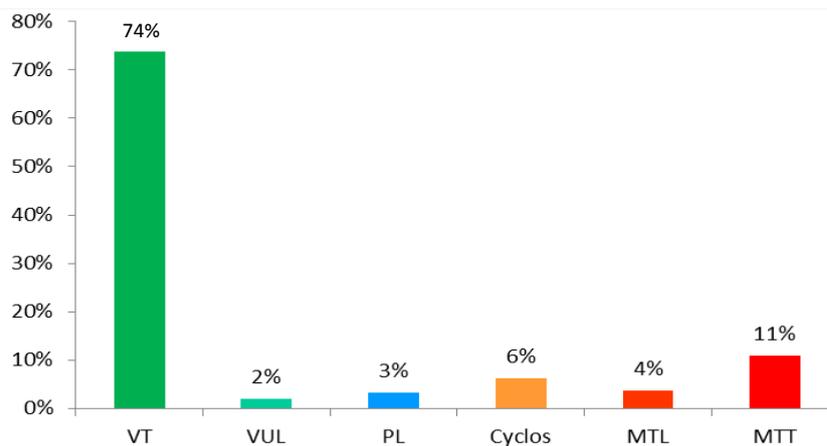


Figure 9 : description des types de véhicules dans notre base VEda

En fonction des effectifs ci-dessus, pour les exploitations à venir, chaque catégorie de véhicule sera traitée séparément, en particulier les deux-roues motorisés (2RM) dont l'effectif est conséquent. Nous proposons que les 8 "Véhicules Utilitaires Légers" (VUL) soient assimilés aux "Véhicules de Tourisme" (VT).

Vitesse en situation d'accident (Vsa) et Vitesse Réglementaire (VR)

La Vsa est renseignée dans 100% des cas.

Le taux de dépassement de la Vitesse Réglementaire (cf. **Tableau 7**) est globalement de 29% (108/373) ; il est très élevé pour les accidents concernant les lieux en agglomération et dans les zones limitées à 70km/h (44% et 52%).

Vsa	Vsa > 90	90>=Vsa > 70	70>= Vsa > 50	Vsa <= 50	Total = 373	Vsa > VR	
						% effectif	Valeur moyenne du dépassement
VR = 90	40	107	51	25	223	18%	13 km/h
VR = 70	3	11	10	3	27	52%	24 km/h
VR = 50	4	15	35	69	123	44%	17 km/h
Tous lieux						29%	17 km/h

Tableau 7 : distribution des Vitesses en situation d'accident vs Vitesses Réglementaires

Parmi les 48 valeurs les plus élevées (Vsa > 90 km/h), hors autoroute, on note 14 véhicules ayant une Vsa supérieure ou égale à 110 km/h.

Hors tableau :

- Pour les 17 accidents sur autoroute, aucun véhicule n'a une Vsa supérieure à la limitation.
- Inversement, dans les 10 cas qui se sont produit dans une zone limitée à 30 km/h, tous les véhicules ont une vitesse supérieure à la limitation.

Vitesse du trafic (Vtrafic) et Vitesse Réglementaire (VR)

Cette information est renseignée pour 84% des cas (334/400).

Tous lieux confondus, le taux de dépassement de la VR est de 17% (58/334).

Vtrafic	Vt > 90	90>=Vt > 70	70>= Vt > 50	Vt <= 50	Total = 334	Vtrafic > VR	
						% effectif	Valeur moyenne du dépassement
VR = 90	14	117	51	24	206	7%	4 km/h
VR = 70	0	11	10	6	27	41%	11 km/h
VR = 50	0	2	31	68	101	33%	7 km/h
Tous lieux						17%	7 km/h

Tableau 8 : distribution des Vitesses du trafic vs Vitesses Réglementaires

Une première comparaison globale de ces deux types de vitesse pratiquée (Vsa vs Vtrafic ; **Tableau 7 et Tableau 8**) montre que les véhicules impliqués dans les accidents circulent nettement plus souvent au-delà de la VR sur le réseau limité à 90km/h (18% vs 7%).

On constate que, sur l'ensemble du réseau, le niveau moyen du dépassement de la VR par les véhicules impliqués dans un accident est nettement supérieur, de l'ordre de 10km/h, à celui pratiqué par les véhicules non impliqués.

Malgré un faible effectif d'accidents sur les sections limitées à 70km/h (27 cas), on note également que le dépassement de la VR par les véhicules, impliqués ou non dans un accident, est ici massif (52% et 41%). Cela suggère une difficulté particulière d'ajustement de la vitesse pratiquée à cette vitesse réglementaire "intermédiaire" qui concerne de courtes sections hors agglomération, sur des axes importants, généralement en milieu péri-urbain et, plus minoritairement sur notre secteur d'étude, sur des traversées de hameaux ou des sections sinueuses.

Dépassements de la Vitesse Réglementaire (VR)

Les informations des deux tableaux précédents sont présentées ci-dessous de manière à comparer directement la distribution des seules vitesses nettement supérieures à la VR, concernant les véhicules impliqués dans un accident et du trafic. La modalité « $V > VR + 5 \text{ km/h}$ » correspond au seuil de déclenchement des appareils de contrôle automatique.

Les effectifs (pourcentages pour le tableau 10) sont cumulés (par ex., sur la première ligne : parmi les 32 impliqués ayant une $V > VR + 5$, 18 ont une $V > VR + 10$; parmi ces 18, 6 ont une $V > VR + 20$)

V > VR	V > VR + 20km/h		V > VR + 10km/h		V > VR + 5km/h		Effectif total	
	Impliqués	Trafic	Impliqués	Trafic	Impliqués	Trafic	Impl.	Trafic
VR = 90	6	3	18	3	32	3	223	206
VR = 70	3	0	11	6	14	10	27	27
VR = 50	15	2	29	7	37	12	123	101
VR = 30	4	1	6	2	8	4	10	7
Tous lieux	28	6	64	18	91	29	383	341

Tableau 9 : Vitesses > VR ; Comparaison Vsa \ Vtrafic ; effectifs.

Les faibles effectifs impliquent ici que de nombreuses comparaisons ne sont pas statistiquement significatives ; les **comparaisons non significatives** correspondent aux cases à fond blanc dans les tableaux 9 et 10.

Cela concerne en particulier l'ensemble des données sur les sections avec VR = 30km/h, ainsi que quasiment toutes les données concernant la colonne « $V > VR + 20 \text{ km/h}$ ».

V > VR	V > VR + 20km/h		V > VR + 10km/h		V > VR + 5km/h		Effectif total	
	Impliqués	Trafic	Impliqués	Trafic	Impliqués	Trafic	Impl.	Trafic
VR = 90	2,7%	1,5%	8,1%	1,5%	14,3%	1,5%	100%	100%
VR = 70	11,1%	0,0%	40,7%	22,2%	51,9%	37,0%	100%	100%
VR = 50	12,2%	2,0%	23,6%	6,9%	30,1%	11,9%	100%	100%
VR = 30	40,0%	14,3%	60,0%	28,6%	80,0%	57,1%	100%	100%
Tous lieux	7,3%	1,8%	16,7%	5,3%	23,8%	8,5%	100%	100%

Tableau 10 : Vitesses > VR ; Comparaison Vsa \ Vtrafic ; pourcentages.

On constate que les écarts entre « trafic » et « impliqués » sont très importants sur les sections avec VR=90km/h. On note également que les taux de dépassement de la VR par le « trafic » sont très élevés sur les sections avec VR=70km/h et VR=30km/h.

La Vitesse au choc (Vchoc)

La vitesse au choc est renseignée dans 99% des cas (395/400)

Vchoc	V > 90	90 >= V > 70	70 >= V > 50	50 <= V > 30	V <= 30	Effectif
VR = 90	3	20	61	77	58	219
VR = 70	2	2	7	4	11	26
VR = 50/30	2	2	12	50	68	134
Total	7	24	80	131	137	379

Tableau 11 : description globale des Vitesses au choc

Cette caractéristique sera développée, notamment en la confrontant à la vitesse en situation d'accident et en dissociant les cas en fonction de différentes catégories d'accidents et différents type d'usagers.

Gravité de l'accident

GRAVITE ACCIDENT	Rase-Campagne 280 accidents (70%)				Agglomération 120 accidents (30%)		Total
	110-130	90	70	50	50	30	
Vitesse Réglementaire							
Nb Accidents	17	223	27	13	110	10	400
Mortel		6			4		10
au moins 1 bl. Grave		34	2	2	12	2	52
au moins 1 bl. Leger	17	183	25	11	94	8	338

Tableau 12 : description globale des niveaux de Gravité

En agglomération, sur les 4 accidents mortels, 2 concernent des piétons et les 2 autres sont des pertes de contrôle dont 1 avec une motocyclette. Parmi les 14 accidents graves, 3 concernent des piétons et 6 autres impliquent divers 2RM (5/6 sont des conflits en section courante).

En rase-campagne, les 6 accidents mortels sont des pertes de contrôle, dont 2 concernent des 2RM de type MTT. Sur les 38 accidents graves, dont la moitié sont des pertes de contrôle, 1 seul implique un piéton et 11 concernent un 2RM (majoritairement en section courante).

Au total, notre fichier comporte 62 accidents graves ou mortels, dont 30% concerne des 2RM.

En nombre de victimes, nos 400 accidents comportent 13 morts et 61 blessés graves.

La relation du niveau de gravité de l'accident avec les caractéristiques des vitesses en jeu, sera approfondie dans un paragraphe suivant.

Conclusion sur l'analyse globale de la base VEda

La base VEda contient des informations précises sur les vitesses de 400 véhicules, impliqués dans autant d'accidents qui se sont produits entre 2004 et 2013 sur le secteur de recueil des EDA de Salon-de-Provence. Son exploration, ici essentiellement quantitative, fait apparaître quelques éléments importants pour la suite des travaux. De manière synthétique, on peut rappeler les points suivants :

- La base VEda est à l'image de la morphologie du secteur de recueil EDA, fortement marqué par la rase-campagne (70% des cas) ; très peu de cas sur autoroute.
- En cohérence avec le point précédent, la proportion d'accidents de type "perte de contrôle", majoritairement de type "guidage", est très élevée, proche de 50%.
- Le rôle du véhicule, "déclencheur" ou non, dans l'origine de l'accident segmente fortement les cas, en corrélation avec la typologie des "manœuvre-origine" ; dans quasiment tous les accidents en intersection, ou ceux avec une manœuvre d'entrée/sortie de chaussée en section courante, c'est le véhicule non déclencheur qui est présent dans la base.
- Les cyclomoteurs et poids-lourds sont très peu représentés. Les motocyclettes (MTT essentiellement) représentent 15% de la base (58 cas) et les véhicules de tourisme (VT) 76% (295 véhicules dans lesquels sont intégrés 8 utilitaires légers – VUL).
- La distribution selon le type de conflit à l'origine de l'accident, est bien différenciée entre les accidents qui se produisent hors agglomération (où 53% des accidents sont de type perte de contrôle) ou en agglomération (proportion deux fois plus élevée de cas en intersection – 35% vs 17%).
- Les motocyclettes (MTL et MTT) ont un profil d'accidents (types de conflits, environnement) spécifique, bien différencié par rapport aux VT (cf. page 21).
- En référence à la vitesse réglementaire (VR), une première comparaison globale entre la vitesse initiale des véhicules impliqués dans un accident (Vitesse en situation d'accident ou V_{sa}) et la vitesse des véhicules non impliqués (vitesse "du trafic" ou V_{trafic}) fait apparaître des différences nettes. La proportion de véhicules circulant au-delà de la VR est très élevée en agglomération ($VR=50\text{km/h}$), tant pour les véhicules impliqués (44%) que non impliqués (33%). Hors agglomération, sur les sections limitées à 90km/h , ces proportions sont très différenciées (18% des impliqués vs 7% du "trafic"). Bien que s'appuyant sur un petit échantillon (27 cas), on peut noter que c'est dans les sections où la vitesse réglementaire est de 70km/h que le dépassement de la VR est le plus important (près d'1 véhicule/2) et concerne, dans des proportions comparables (52% vs 41%) les véhicules impliqués ou non.
 Quel que soit la vitesse réglementaire, le niveau moyen de dépassement de la VR par les véhicules impliqués est également très supérieur, de l'ordre de 10km/h , à celui des véhicules en circulation sur le même lieu.

L'analyse des caractéristiques de l'ensemble de notre base nous a fourni des tendances intéressantes, en particulier en faisant apparaître une certaine complexité due à la variété des configurations d'accident selon le type d'environnement, de véhicule, de vitesse réglementaire.

Pour approfondir nos travaux sur les questions relatives aux vitesses pratiquées par les usagers impliqués dans un accident, nous procéderons par l'analyse détaillée d'échantillons d'accidents "homogènes", du point de vue de l'environnement, du type d'infrastructure et du type de véhicule.

4.4 Analyse détaillée des vitesses.

Introduction

Notre objectif initial consiste, en premier lieu, à caractériser le lien entre la vitesse des usagers impliqués dans un accident (V_{sa}) et la vitesse des usagers non impliqués (vitesse "du trafic", V_{trafic}). Cette relation sera illustrée par la différence de valeur entre ces deux vitesses et représentée par une variable nommée "delta V_t ", écrite ΔV_t , elle s'exprime en km/h ($\Delta V_t = V_{sa} - V_{trafic}$).

À partir de cet objectif et des éléments énoncés précédemment, nous tenterons de répondre à quelques questions essentielles :

- Dans quelles proportions, la vitesse des véhicules accidentés est "en décalage" par rapport à la vitesse du trafic ?
- Dans quelle mesure ces vitesses "en décalage" le sont aussi par rapport à la vitesse réglementaire ?
- Quel est l'amplitude et la dispersion de ces écarts de vitesse ?

D'autres questions supposent un niveau d'analyse plus fin :

- Ces écarts de vitesses sont-ils propres à certaines configurations d'accidents, certains éléments de contexte ?
- Peut-on préciser la nature du lien entre la vitesse initiale d'un véhicule et le niveau de gravité de l'accident ?

Pour traiter ces questions de manière pertinente, nous procéderons par l'analyse d'échantillons d'accidents homogènes, du point de vue de l'environnement, de l'infrastructure et du type de véhicule. Le type d'environnement (au sens en/hors agglomération) et le type d'accident (typologie des "manœuvres-origine" illustrant la "dynamique" de l'accident) sont deux variables qui seront centrales dans nos analyses. Les véhicules seront dissociés en deux types : les Véhicules de Tourisme (VT) et les Motos (2RM de type MTL et MTT).

La Vitesse Réglementaire (VR), très corrélée au type d'environnement, sera considérée comme une caractéristique du lieu d'accident.

Les échantillons très faibles en effectif (cas sur autoroute, Poids-Lourds, cyclomoteurs) seront succinctement analysés à part (ci-dessous), de manière à ne traiter ensuite que les cas concernant un VT ou une Moto.

Les "petits" échantillons : autoroute, PL, giratoires, cyclomoteurs

Sur autoroute : nous disposons de 17 cas avec une vitesse reconstruite. Parmi ces 17 cas, on compte 13 VT, 3 PL et 1 Motos MTT.

Dans la quasi-totalité de ces accidents, la vitesse du véhicule est inférieure ou proche de la VR (130km/h), voire très inférieure pour les PL. Dans un seul cas [perte de contrôle d'un PL dans une bretelle d'échangeur avec une courbure sévère, limitée à 70km/h] la vitesse du véhicule est supérieure à la VR et est à l'origine de l'accident.

La plupart (11/17) des accidents sont liés à des problèmes de vigilance (endormissements, faible vigilance, tâches annexes). On note également 3 cas où un VT en panne, ou sans éclairage, se fait percuter à l'arrière. 1 cas implique une Motos lors d'une manœuvre d'insertion et 1 cas est un conflit juste avant un poste de péage.

Tous ces accidents produisent une gravité faible (aucun blessé grave).

Les poids-lourds : en plus des 3 cas sur autoroute, nous disposons de 10 accidents impliquant un PL (dont 1 autocar). La gravité est ici globalement faible (1BG).

3 accidents sont des renversements sur giratoire. Dans un seul cas, avec un conducteur alcoolisé, on note une vitesse « excessive ». Dans 2 cas, le type de chargement (dissymétrique, trop haut) est en cause, associé à un devers négatif dans un cas de très petit giratoire.

3 accidents ont pour origine une entrée/sortie de chaussée de la part d'un VT ; dans un cas, un VT entre sur chaussée devant un PL ; dans les deux autres cas, un VT s'arrête sur la chaussée avant de tourner à gauche. Dans ces trois cas, où les PL ne sont pas "déclencheurs", le conducteur est surpris par l'arrêt ou la vitesse lente d'une voiture que le PL percute à l'arrière. Dans ces configurations, les PL avaient tous une vitesse un peu supérieure au trafic (6km/h en moyenne), tout en étant inférieure à la VR.

2 Accidents se sont produits sur des intersections aménagées (ilots, Stop) où le PL est prioritaire et se fait couper la route par un VT en démarrage pour TàG. Les deux intersections sont situées sur des routes à fort trafic (ex-RN) ; une est en sortie d'agglomération (VR=50km/h) et l'autre en zone péri-urbaine (VR=70km/h). Dans ces deux cas d'accident, où le PL n'est pas le "déclencheur", les PL circulent à une vitesse supérieure de 10km/h à la vitesse du trafic et à la VR. Un cas avec un BG, en zone péri-urbaine.

On note également une sortie de route en rase-campagne suite à un malaise du conducteur et un choc contre un autre PL mal stationné dans une ZA, lié à un éblouissement par le soleil rasant. Dans ces deux derniers cas, le PL circulait à une vitesse "conforme".

Les conflits sur carrefours giratoires : nous considérons ici les accidents liés à une interaction entre véhicules sur ce type d'aménagement. Les accidents de type dynamique, par exemple tels que les renversements de PL décrits ci-dessus, ne sont pas ici pris en compte.

5 accidents : hormis un cas "exotique" (VL sort d'un giratoire en contresens), les 4 autres cas sont spécifiques à ce type d'aménagement. Dans 3 cas, dont 2 de nuit, un VT s'engage dans le giratoire sans avoir perçu un deux-roues qui y circule. Dans un autre cas, un VT sort d'un giratoire en agglomération et est surpris par un piéton qui s'engage sur un passage piéton. Dans tous ces cas, les vitesses sont modérées, inférieures à 50km/h.

Les cyclomoteurs : 26 accidents avec un deux-roues de moins de 50cm³: 8 "cyclo à boîte" de vitesse, et 18 de type scooter. *On peut rappeler ici que les "cyclos à boîte" sont en fait des Motos au gabarit identique à celui des Motos de 125 cm³ ; la plupart sont de type "trail" ou "super-motard". De par leur conception, leur nervosité est très supérieure à celle des Scooters. De plus, un minimum de "préparation" leur permet aussi d'atteindre des vitesses relativement élevées, de l'ordre de 70 à 90km/h.*

Avec 6 accidents avec au moins un blessé grave, le taux de gravité globale est de 23 acc. grave/100acc, soit un niveau intermédiaire entre VT et Motos.

Hors agglomération ; avec 10 accidents et 3 cas graves, le taux est de 30, très inférieur à celui des Motos (50).

En agglomération ; avec 16 accidents et 3 cas graves, le taux est de 19, soit un taux là aussi très inférieur à celui des Motos (33) et un peu supérieur à celui des VT (15).

Le type de cyclomoteur, "à boîte" ou Scooter, semble être la caractéristique qui segmente le plus cette catégorie de véhicule, en particulier du point de vue des vitesses pratiquées.

Les cyclos "à boîte" : dans nos 8 cas, le conducteur est un homme très jeune (âge moyen 19ans, 6/8 ont moins de 18ans). La vitesse initiale moyenne est de 56km/h ; dans presque tous les cas (4/5) le ΔV_t est supérieur à 5km/h et la V_{sa} est supérieure à la VR (4/6 où la VR=50km/h). La vitesse semble plus en cause dans les 4 pertes de contrôle, dont 2 de type dynamique en courbe et 2 liées à des taches annexes / type de conduite "ludique".

Les scooters : sur les 18 cas, 4 conducteurs sont des conductrices. L'âge moyen des conducteurs est de 22ans et 7/18 ont moins de 18ans. La vitesse initiale moyenne est de 41km/h ; le ΔV_t n'est supérieur à 5km/h que dans 4 cas/12 et la vitesse initiale n'excède la VR que dans 2 cas. On note ici quelques cas de perte de contrôle où l'absence de maîtrise et l'inexpérience du conducteur sont en cause.

La différence de profil entre ces deux types de cyclomoteurs, associée à l'analyse des accidents, montre que, en cohérence avec les performances supérieures des "cyclos à boîte" et des vitesses initiales notablement plus élevées, c'est aussi un comportement plus marqué par la prise de risque qui caractérise ces derniers. Par ailleurs, il n'est pas possible d'établir un lien logique entre vitesse et gravité car la distribution des vitesses est ici très resserrée avec une majorité de valeurs comprise entre 40 et 60km/h.

Le type "d'environnement"

On peut légitimement s'interroger sur l'homogénéité des deux modalités : en et hors agglomération.

En agglomération, considéré comme le périmètre réglementaire délimité par des panneaux d'entrée/sortie. Ce périmètre présente une certaine hétérogénéité d'une densité urbaine très variable. Une majorité de nos accidents s'est produit dans un environnement urbain dense. Une minorité de cas concerne des zones plus périphériques avec des environnements plus péri-urbains. Cela concerne en particulier des accidents qui se sont produits dans des villages et qui représentent près de 30% de l'ensemble des cas "en agglomération". La variété de ces situations et sa relation avec les vitesses sera détaillée.

Hors agglomération, l'homogénéité des environnements semble meilleure bien qu'une certaine variété de situations soit représentée (quelques cas en traversées de hameau, zones d'activités, avec VR limitée à 70, voire 50km/h). Toutefois, sur ce réseau de rase-campagne, l'hétérogénéité provient essentiellement du gabarit de la voie. Une dichotomie entre "grosses" et "petites" infrastructures est assez facile à établir.

- D'une part, la catégorie des "grosses infrastructures" (XL) est constituée de routes ayant des plateformes de "type RN" (Chaussée à 2 voies et plus, avec accotement revêtu, voies de 3,50m), avec un revêtement de bonne qualité (confort), supportant un trafic important, de l'ordre de 10-15000v/j, dans une fourchette de 5000-25000v/j sur notre secteur. Cette catégorie de route regroupe toutes les "ex-RN" et RD de 1^{ère} catégorie.
- D'autre part, la catégorie des "petites infrastructures" (S) regroupe toutes les autres sections de rase-campagne.

Les caractéristiques très différentes de ces deux catégories de routes et notre connaissance du secteur nous laissent supposer que cette dichotomie est pertinente du point de vue des vitesses pratiquées. Ce postulat est également étayé par des travaux précédents (bilans ONISR et Michel J., 2005) qui montrent que les vitesses pratiquées diffèrent sensiblement sur ces deux catégories de réseau.

Distributions des écarts de vitesse (ou " ΔV_t ")

Notion de " ΔV_t " ; ($\Delta V_t = V_{sa} - V_{trafic}$)

La comparaison des vitesses "impliqués vs trafic" sera illustrée par la variable " ΔV_t " exprimée en km/h.

Les tableaux d'ensemble des valeurs du ΔV_t (cf. **Annexe 2**) ont été établis pour les seuls VT et Motos. Les cas où la vitesse du trafic n'est pas renseignée ne peuvent y figurer.

Par rapport à la distribution de la variable ΔV_t , nous pouvons distinguer 3 niveaux :

- $\Delta V_t > + 5\text{km/h}$: la vitesse du véhicule impliqué est nettement supérieure à la vitesse "du trafic",
- $\Delta V_t \leq + 5\text{km/h}$ (et $\geq -5\text{km/h}$): la vitesse du véhicule impliqué est proche ($\pm 5\text{km/h}$) de la vitesse "du trafic",
- $\Delta V_t < - 5\text{km/h}$: la vitesse du véhicule impliqué est nettement inférieure à la vitesse "du trafic".

ΔVt (km/h)		$\Delta Vt > 5$	$\Delta Vt = +/- 5$	$\Delta Vt < -5$	Total	Effectif
Tous lieux	VT	47%	34%	19%	100%	265
	Motos	58%	20%	22%	100%	50
Tous lieux et véhicules		49%	32%	19%	100%	315

Tableau 13 : distribution globale des valeurs de ΔVt

Cette première distribution permet de constater que, **globalement, près de la moitié des véhicules impliqués circulent à une vitesse nettement supérieure à la vitesse du trafic.** Inversement, plus de la moitié des véhicules impliqués circulent à une vitesse proche ou inférieure au trafic.

ΔVt (km/h)		$\Delta Vt > 5$	$\Delta Vt = +/- 5$	$\Delta Vt < -5$	Total	Effectif
Agglo	VT	47%	45%	8%	100%	60
	Motos	56%	19%	26%	100%	27
Hors Agglo	VT	47%	31%	22%	100%	205
	Motos	61%	22%	17%	100%	23
Hors agglo routes XL	VT	42%	29%	29%	100%	119
	Motos	50%	25%	25%	100%	12
Hors agglo routes S	VT	53%	34%	13%	100%	86
	Motos	73%	18%	9%	100%	11

Tableau 14 : distribution détaillée des valeurs de ΔVt

Le tableau ci-dessus permet de constater que les distributions diffèrent peu entre environnements en ou hors agglomération, en particulier pour les " $\Delta Vt > 5$ ".

Par contre, la distinction entre les gabarits d'infrastructure en rase-campagne (XL vs S) révèle une nette différence, avec une proportion beaucoup plus élevée de " $\Delta Vt > 5$ " sur les petites infrastructures, notamment pour les Motos (**ns**: non significatif). Nous détaillerons cette caractéristique ci-après (cf. § Distribution des "grands écarts de vitesse").

Échantillons d'analyse ; effectifs finaux.

À partir de la base initiale comportant 400 cas, nous avons éliminé les 53 cas qui constituent les "petits échantillons" (abordés précédemment). Notre base ne compte plus alors que 347 accidents. Parmi ces 347 accidents, dans 32 cas la vitesse du trafic n'est pas renseignée ; 5 autres cas ont ensuite été éliminés suite à des codages erronés.

L'analyse "Vsa vs Vtrafic" sera ainsi réalisée sur un effectif de 310 accidents.

En prenant en compte la segmentation proposée précédemment, selon l'environnement, notre effectif se répartit alors en groupes à priori homogènes, selon le tableau ci-contre. Les faibles effectifs de Motos sur chaque type de lieu ne permettront pas une analyse détaillée pour ce groupe de véhicules.

Effectifs Finaux	262 VT	48 Motos
Agglo	59	26
Hors Agglo XL	117	11
Hors Agglo S	86	11

Distribution des vitesses initiales (Vsa) et ΔVt

Les représentations ci-dessous permettent de visualiser successivement :

- l'ensemble des valeurs de vitesse initiale (Vsa),
- les couples de valeurs Vsa-Vtrafic,
- L'ensemble des Vsa (idem nuage1) en dissociant les cas avec $\Delta Vt > 5$.

Elles permettent également de situer la distribution par rapport à la vitesse réglementaire.

Hors agglomération (VR = 90km/h), Véhicules de Tourisme

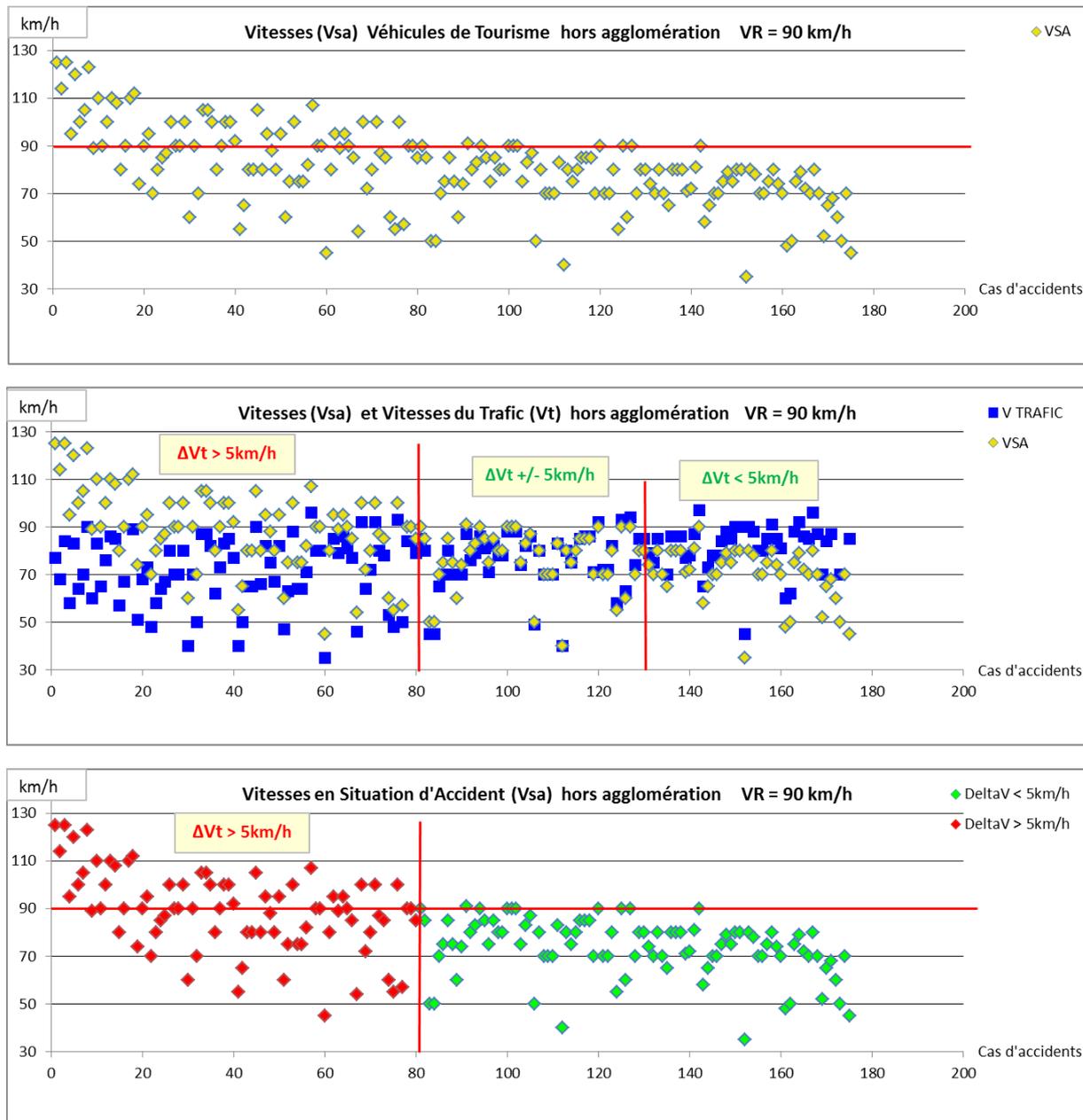


Figure 10 : distribution des vitesses des VT hors agglomération et VR=90km/h

Hors agglomération, sur les sections où VR=90km/h, on constate que pour 46% des accidents, la vitesse du véhicule impliqué (Vsa) est nettement supérieure (nuage 2, $\Delta Vt > 5$) à la vitesse du trafic.

Parmi ces vitesses nettement supérieures au trafic, 41% sont aussi supérieures à la VR.

En complément de cette représentation, on note que sur les sections hors agglomération avec VR= 70km/h, dont l'effectif se limite à 22 cas, ces proportions sont respectivement de 55% et 75%, soit plus proches de ce qu'on note en agglomération (cf. Figure 11).

En agglomération (VR = 50km/h), véhicules de tourisme

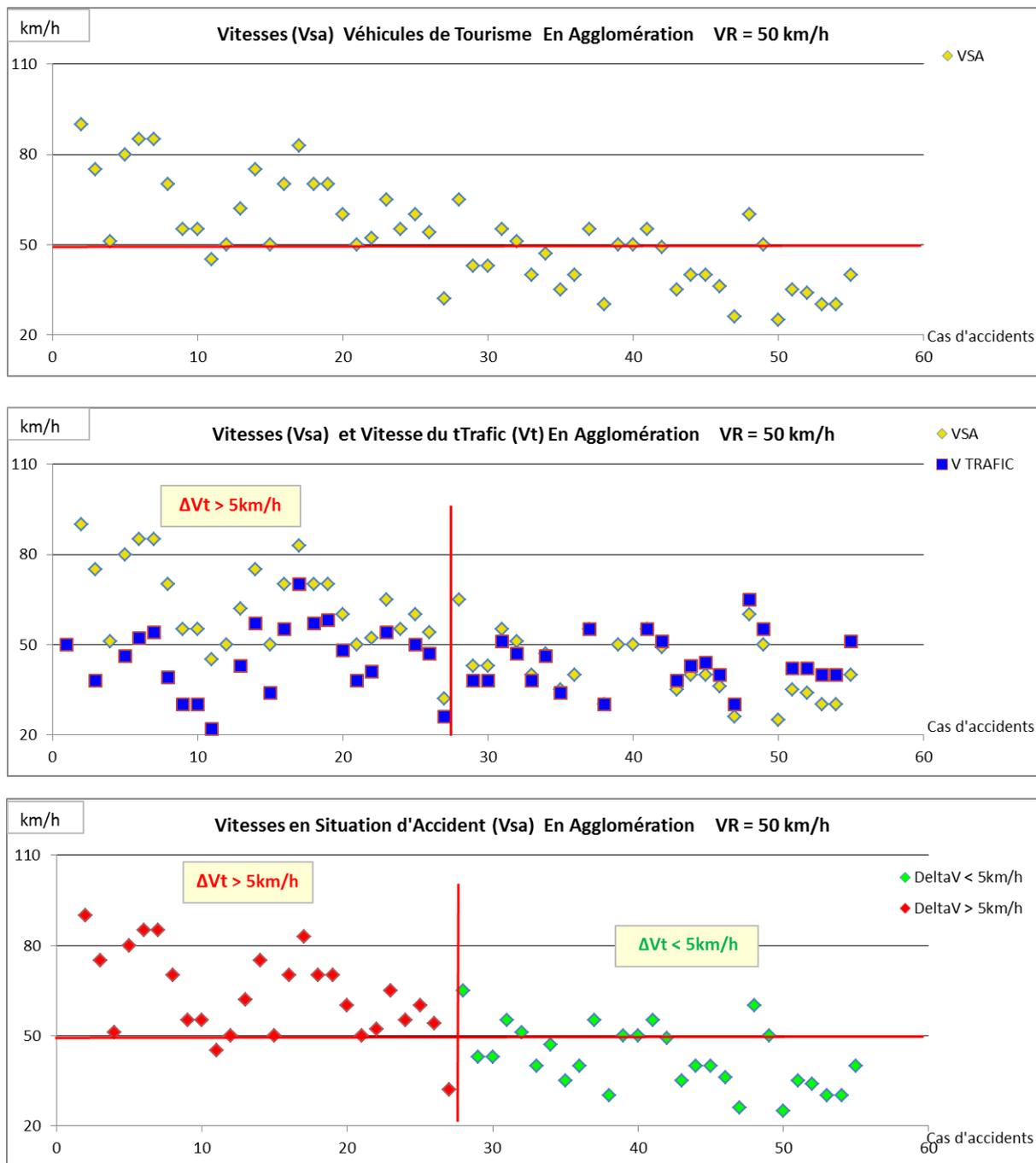


Figure 11 : distribution des vitesses des VT en agglomération et VR=50km/h

En agglomération, avec VR=50km/h, on constate que pour 49% des accidents la vitesse du véhicule impliqué (Vsa) est nettement supérieure (Nuage2, $\Delta Vt > 5$) à la vitesse du trafic. Parmi ces vitesses nettement supérieures au trafic, 81% sont aussi supérieures à la VR.

Pour la suite de nos exploitations, nous nous focaliserons sur la caractérisation des véhicules ayant un $\Delta Vt > 5\text{km/h}$, c'est à dire dont le niveau de vitesse est nettement supérieur, en "décalage", par rapport aux autres véhicules en circulation. Notre effectif de véhicules avec un $\Delta Vt > 5\text{km/h}$ est de 107 VT et 22 Motos.

Vitesses initiales, ΔVt et gravité globale de l'accident.

Dans le tableau ci-dessous, la notion de gravité globale repose sur l'information telle que consignée par les enquêteurs EDA et non par un avis médical. Un Accident "grave" est ici un accident ayant fait au moins un blessé grave (BG) ou un mort (M).

Taux accidents GRAVES (BG+M) /100 accidents		$\Delta Vt > 5\text{km/h}$	Effectif	$\Delta Vt < 5\text{km/h}$	Effectif	Effectif Total
EN AGGLO.	VT	13,8	29	16,7	30	59
	Motos	33,3	15	0,0	11	26
	Tous véhicules	20,5	44	12,2	41	85
HORS AGGLO.	VT	18,9	95	10,2	108	203
	Motos	38,5	13	66,7	9	22
	Tous véhicules	21,3	108	14,5	117	225
TOUS LIEUX	VT	17,7	124	11,6	138	262
	Motos	35,7	28	30,0	20	48
	Tous véhicules	21,1	152	13,9	158	310

Tableau 15 : Taux d'accidents GRAVES en fonction du ΔVt

!!! On note ici la faiblesse des effectifs de Motos, quel que soit le milieu, ainsi que des VT en agglomération; ainsi, les données de ce tableau ne peuvent être considérées comme des résultats statistiquement valables (notamment du fait d'intervalles de confiance trop grands), mais comme des tendances que nous commentons ci-dessous !!!

En agglomération, le tableau fournit des indications assez contrastées ; le niveau de gravité des VT est équivalent (et même inférieur pour les $\Delta Vt > 5$, mais les effectifs sont faibles), pour chaque groupe de ΔVt .

Bien que l'effectif de véhicules de tourisme soit ici insuffisant, le fait que les accidents dont la vitesse est en "décalage" par rapport au trafic ne génèrent pas plus de gravité que les autres s'explique par le poids des accidents impliquant un piéton qui représentent l'intégralité de la gravité générée dans les accidents où le ΔVt est faible. Ces accidents se sont produits majoritairement en centre-ville, alors que ceux avec un ΔVt élevé concernent des zones urbaines moins denses.

Pour les véhicules dont $\Delta Vt > 5\text{km/h}$, le ΔVt moyen est ici très élevée (proche de 22 km/h), avec une distribution des valeurs très dispersée (écart-type = 16 km/h). On peut également noter que pour les accidents avec les vitesses initiales les plus élevées (14 cas avec $V_{sa} > 70\text{ km/h}$) la gravité n'est pas plus élevée. Ces accidents se produisent fréquemment dans des conditions de trafic particulières, de nuit ou en heures creuses. Dans de nombreux autres cas, quel que soit le niveau de vitesse, l'accident se produit dans un contexte particulier, par exemple file de véhicules arrêtée ou ralentie suite à une manœuvre de stationnement ou à l'approche d'une intersection, etc. Par ailleurs, notre faible effectif d'accidents en agglomération comprend quelques cas situés à proximité de villages, mais strictement dans le périmètre d'une agglomération, dans des environnements très peu urbains, de transition avec la rase-campagne, ce qui rend peu homogène cet échantillon.

En agglomération, la grande variété des conditions de trafic dans lesquelles se sont produits ces accidents, ainsi que l'importance des accidents avec piéton, met quelque peu en cause la pertinence d'une référence à la vitesse du trafic dans l'étude du lien entre vitesse et gravité. Ceci tient aussi au fait que, sur notre périmètre d'étude, l'attribut « en agglomération » recouvre une réalité peu homogène (grandes/petites agglomérations, hyper centre, centre, périphérie, péri-urbain, entrées/sorties de village).

Ce principe de référence à la vitesse du trafic (le même jour, à la même heure), et du lien logique vitesse-gravité, semble plus pertinent hors agglomération où l'environnement est plus homogène et les conditions de trafic plus stables.

Hors agglomération, la différence entre véhicules de tourisme avec des vitesses hautes / basses est ici très marquée et repose ici sur des effectifs significatifs; pour l'ensemble des 95 cas dont la vitesse est nettement supérieure à celle du trafic, le taux de gravité est près du double (19 vs 10). Parmi ces 95 cas, si on isole les 15 cas dont les vitesses sont les plus élevées (105 - 125 km/h) le taux de gravité est encore plus élevé (25 acc. graves / 100 acc.).

Les accidents impliquant une Motos ont des taux de gravité très supérieurs à ceux des véhicules de tourisme. Avec la réserve dictée par un effectif non significatif, le fait que le taux gravité ne soit pas lié aux seuls ΔVt élevés, notamment hors agglomération, peut sembler paradoxal. Cela suggère que d'autres éléments explicatifs, spécifiques aux deux-roues (vulnérabilité, détectabilité, ...), interviennent dans le niveau de gravité de ces accidents.

Indépendamment du niveau de ΔVt , si l'on se réfère exclusivement au niveau de la vitesse en situation d'accident, il est clair que les vitesses les plus élevées concentrent fortement les accidents graves et en particulier les cas mortels (sur les 11 cas –tous MTT- dont la $V_{sa} \geq 90 \text{ km/h}$, 7 sont graves (3 mortels) ; sur les 37 autres cas, 11 sont graves).

Si l'on segmente notre échantillon de 48 Motos entre Motos "lourdes" (36 MTT) et Motos "légère" (12 MTL), on constate que presque tous les accidents graves (14/16 dont tous les cas mortels) concernent les MTT (14 acc. graves/36 pour les MTT vs 2/12 pour les MTL).

Vitesse Réglementaire et "rôle" du véhicule.

Indépendamment du ΔV_t , la distribution de l'ensemble des véhicules impliqués hors agglomération dont la vitesse est supérieure à la VR peut également être confrontée au rôle, "déclencheur" ou non, de chaque véhicule dans l'accident. On peut préciser que quasiment tous les cas dépassant la VR ont aussi un ΔV_t élevé.

(Les effectifs en agglomération sont ici insuffisants.)

Vitesses > VR	Véhicules de Tourisme (VT)			MOTOS
Hors Agglo.	Déclencheurs (154)	Non déclencheurs (49)	Tous (203)	MTT (20)
Nb > VR	34	15	49	8
% > VR	22%	31%	24%	40%

Tableau 16 : proportions de véhicules dépassant la VR

On note ici une légère différence entre les véhicules "déclencheurs" et les autres. Il est intéressant de noter que les "non déclencheurs", c'est-à-dire des véhicules qui ne sont pas à l'origine du basculement de la situation de conduite vers une situation d'accident, sont plus fréquemment en excès de vitesse, par rapport à la VR, que les "déclencheurs". Cela confirme que, bien que n'étant pas "à l'origine" de l'accident, leur rôle est néanmoins « contributeur » et la vitesse en est l'élément majeur ; *pour plus d'information sur les notions de « rôle » de l'impliqué et de « contribution » à l'accident, voir les travaux de Van Elslande, par exemple (Van Elslande, 2011).*

Sur l'ensemble de nos cas hors agglomération, on constate également une forte différence entre l'ensemble des VT et les Motos "lourdes" (24% vs 40% **(ns)**).

Distribution des "grands écarts de vitesse", ou $V_{sa} - V_t = \Delta V_t > 5 \text{ km/h}$

En se centrant sur l'analyse des vitesses qui se démarquent de la vitesse "du trafic", on peut visualiser la distribution des valeurs présentées précédemment en les dissociant selon chaque catégorie de lieu et de véhicule.

Les histogrammes présentés ci-dessous intègrent l'ensemble de l'effectif pour lequel ΔV_t est connu, soit au total 310 véhicules dont 262 VT et 48 Motos. Seuls y sont représentés les 152 véhicules (124 VT et 28 Motos) ayant un $\Delta V_t > 5 \text{ km/h}$.

!!! Vu le très faible effectif des Motos, les proportions figurant dans les histogrammes ci-dessous doivent être considérées comme des indications sans validité statistique !!!

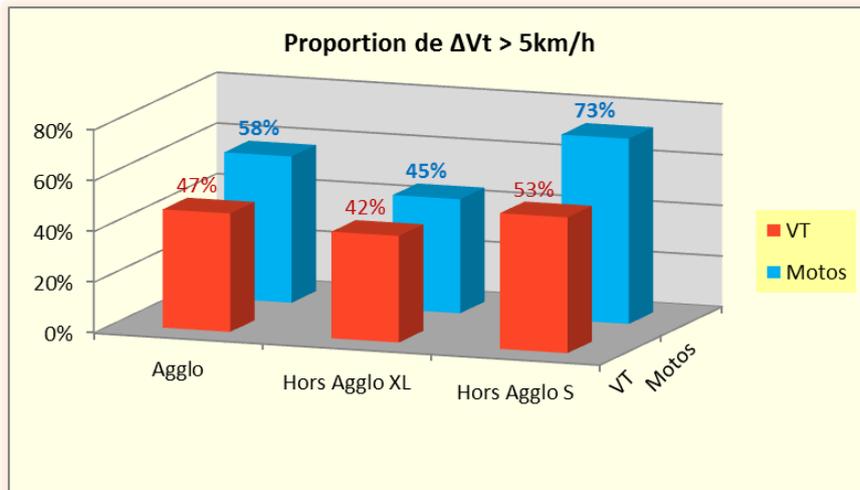


Figure 12 : proportion de $\Delta V_t > 5 \text{ km/h}$ pour chaque catégorie de lieu et de véhicule

Il apparaît que la proportion de véhicules avec $\Delta V_t > 5 \text{ km/h}$ est nettement plus forte pour les accidents qui se sont produits sur petites infrastructures hors agglomération par rapport aux grosses infrastructures. Cette dichotomie est fortement marquée pour les Motos, dont les vitesses sont aussi, globalement, plus "décalées" que les voitures.

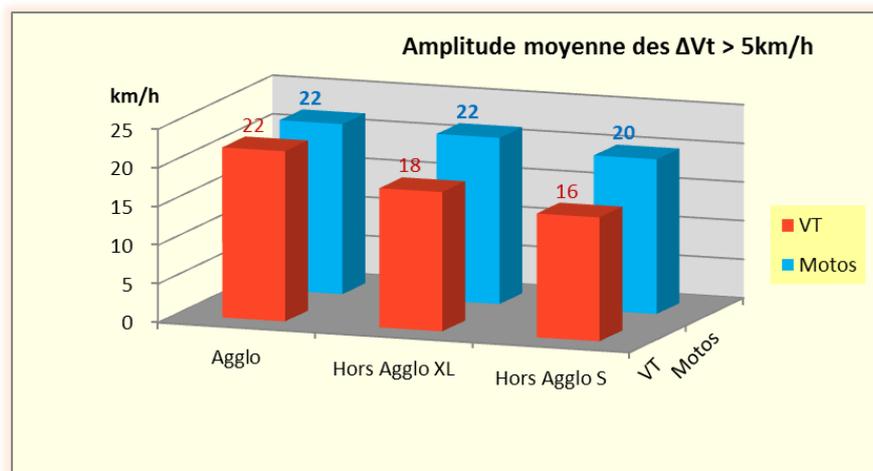


Figure 13 : valeurs moyennes des $\Delta V_t > 5 \text{ km/h}$

Par rapport à la **Figure 12**, l'histogramme ci-dessus permet de constater que la moyenne des écarts à la vitesse du trafic varie peu ; l'ordre de grandeur moyen de cet écart est de 20 km/h, avec une valeur légèrement supérieure pour les Motos.

Par contre, les valeurs sont nettement plus dispersées pour les Motos. Les valeurs d'écart-type ne sont pas significatives pour les Motos du fait d'un effectif insuffisant.

Toutefois, la dispersion des valeurs est très forte en agglomération, pour les VT comme pour les Motos, avec un écart-type élevé ($\sigma=16\text{km/h}$ pour les VT vs 18km/h pour les Motos) très influencé par quelques valeurs marginales.

Hors agglomération, avec des effectifs plus consistants, les valeurs sont moins dispersées, avec une différence plus marquée entre VT et Motos ($\sigma=9\text{km/h}$ vs 14km/h).

L'histogramme présenté ci-dessous montre qu'une forte majorité de véhicules impliqués en agglomération, avec $\Delta Vt > 5\text{km/h}$, circulent aussi à une vitesse supérieure à la vitesse réglementaire (VR).

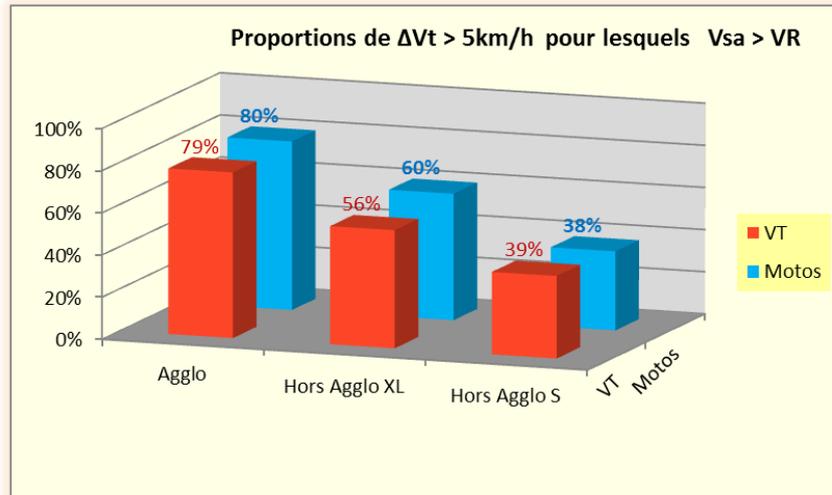


Figure 14 : pourcentage des véhicules ayant un $\Delta Vt > 5\text{km/h}$ dépassant la VR

On considère ici qu'il y a dépassement de la VR si la vitesse du véhicule impliqué (Vsa) est strictement supérieure, d'au moins 1km/h à la VR.

Par contre, hors agglomération moins de la moitié des véhicules avec $\Delta Vt > 5\text{km/h}$ dépassent aussi la VR, mais avec une nette différence entre routes "XL" et "S" (56% vs 39%).

D'autre part, en référence à la Figure 12, cette donnée confirme le paradoxe des "petites" infrastructures où les ΔVt élevés sont majoritaires, mais les vitesses en jeu sont rarement au-delà de la VR. On observe le phénomène inverse pour les «grosses» infrastructures.

Pour détailler plus précisément l'information du tableau précédent, dans le tableau ci-dessous nous avons ajouté la modalité « $VR=70$ » de manière à distinguer les sections limitées à 70km/h par rapport à l'ensemble des cas hors agglomération.

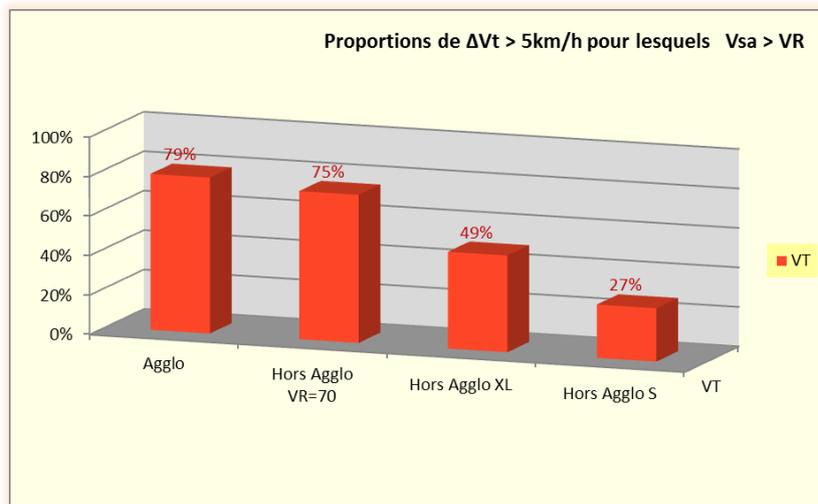


Figure 15 : pourcentage des véhicules ayant un $\Delta Vt > 5\text{km/h}$ dépassant la VR

L'effectif Motos sur chaque modalité «hors agglo» est ici trop faible.

On constate que les sections où la VR est de 70km/h, une forte majorité de véhicules avec $\Delta Vt > 5\text{km/h}$ circulent aussi à une vitesse (très) supérieure à la VR.

Notre échantillon de Motos est composé de 36 Motos "lourdes" (MTT), presque toutes de grosse cylindrée ($\geq 600\text{cm}^3$), et de 12 Motos "légères" (MTL) en majorité constitué de scooter 125cm^3 . Par rapport aux vitesses pratiquées, leurs caractéristiques sont très différentes, et même opposées, ce qui semble logique du fait de conceptions et de performances très différentes.

La grande majorité des MTT impliquées dans un accident (67% soit 24/36) circulait à une vitesse nettement plus élevée que le trafic ($\Delta Vt > 5\text{km/h}$). Parmi celles-ci, 63% (15/24) circulaient à une vitesse très supérieure à la VR (en moyenne de 27km/h), notamment en agglomération.

À l'inverse, les MTL, presque toutes accidentées en agglomération, n'ont un $\Delta Vt > 5\text{km/h}$ que dans 33% (4/12) des cas dont aucun n'excède la VR.

"Grands écarts de vitesse" ($\Delta Vt > 5\text{km/h}$) et typologie d'accidents

Notre premier résultat global montrait que la moitié des véhicules impliqués circulent à une vitesse nettement supérieure à celle du trafic. Comme nous l'avons vu précédemment, une part importante de ces vitesses n'est pas forcément supérieure à la VR. Nous avons également constaté qu'une part importante des vitesses "du trafic" (en particulier en agglomération et dans les sections limitées à 70km/h) est aussi en infraction par rapport à la VR. Cela confirme que la comparaison de la vitesse des impliqués avec la VR est peu pertinente, notamment par rapport à l'objectif de notre étude. C'est plutôt la comparaison de la vitesse de l'impliqué avec celle du trafic qui fait apparaître de forts "décalages".

Comme cela a déjà été évoqué dans plusieurs travaux antérieurs (Michel, 2007), *"le fait de considérer la vitesse comme un facteur accidentogène, en tant qu'attribut "amont" de l'accident, suggère l'existence d'un lien de causalité qui n'est pas une évidence, parce qu'il fait partie d'un faisceau de facteurs dont le poids respectif est différent pour chaque accident"*. Cette question du lien de causalité est complexe car confrontée à une multitude de configurations d'accidents. En effet, pour une vitesse donnée, éventuellement jugée « excessive » ou en décalage par rapport au trafic, l'analyse de l'accident nous conduira à évaluer l'importance relative de ce facteur parmi un ensemble d'éléments explicatifs. Par exemple, pour des types d'accidents très différents [une perte de contrôle liée à un assoupissement ou une tâche annexe, une perte de contrôle en courbe, un conflit avec un piéton traversant, un accident de type "croisement sur chaussée étroite" ou "ralentissement", un accident consécutif à une manœuvre de "sortie de chaussée" ou une traversée en intersection] la vitesse pourra être considérée comme un facteur "aggravant" ou "origine", rarement isolé mais combiné généralement à d'autres types de facteurs et à d'autres éléments explicatifs (capacités du conducteur, conditions météo, ...). Évaluer, de manière fiable, le poids respectif de chaque facteur pour chaque accident serait une opération très lourde. Cela nécessiterait une analyse détaillée au cas par cas, réalisée par plusieurs experts dont les évaluations devraient être confrontées.

Pour tenter de contourner cette complexité liée à la multitude des situations d'accident, nous pouvons nous appuyer sur la typologie d'accidents utilisée dans les EDA ; en effet, chaque famille d'accident possède des points communs, notamment en ce qui concerne le rôle de la "dynamique" dans le déroulement de l'accident. Une analyse des cas selon cette dimension (typologie d'accidents) doit nous permettre de savoir quels sont les types d'accident les plus (ou moins) concernés par ces vitesses "en décalage".

Notre objectif est ici d'analyser en détail la distribution des véhicules, notamment ceux avec un ΔVt élevé ($> 5\text{km/h}$), selon le type d'accident. Indépendamment du poids quantitatif de chaque type d'accident, ce point de vue permet de constater que les vitesses "en décalage" sont représentées de manière très différenciée selon le type d'accident considéré. Globalement, quel que soit le milieu, l'écart moyen à la vitesse du trafic (ΔVt) est très différencié selon le type d'accident : il est de 4km/h pour les accidents de type "guidage" et pour les cas en intersection, de 8km/h pour les accidents en section courante et de 17km/h pour les pertes de contrôle en courbe de type "dynamique".

On pourra également se poser la question de la comparaison par rapport aux accidents dont les véhicules n'ont pas une vitesse en décalage par rapport au trafic.

*Pour rappel, pour consulter la distribution de l'ensemble des accidents par type, ainsi que les intitulés de cette typologie, voir les **Tableau 5** et **Tableau 6** (pages 20 et 21). Les tableaux récapitulatifs des données, concernant la distribution des cas, incluant les effectifs, valeurs moyenne du ΔVt et écarts-types, selon chaque échantillon d'accidents, sont en **Annexe 2**. Nous présentons ci-après les points essentiels des informations issues de ces tableaux.*

Cette analyse traite ici uniquement des accidents impliquant un véhicule de tourisme (VT). Les accidents impliquant une Motos sont abordés ensuite, séparément.

VT hors agglomération

Nota :

- Accident "grave" = présence d'au moins un mort ou un blessé grave dans l'accident,
- Taux de gravité = nombre d'accidents graves / 100 accidents.

On peut rappeler que 47% (95/203) de l'ensemble des véhicules de tourisme (VT) impliqués dans un accident hors agglomération circulaient à une vitesse nettement supérieure (en moyenne de 17km/h) à la vitesse "du trafic".

Pertes de contrôle de type «guidage» : le point commun entre la distribution de ces cas avec des "delta" élevés ($\Delta Vt > 5\text{km/h}$) et celle des "delta" faibles ($\Delta Vt < 5\text{km/h}$), est une prédominance d'accidents en "perte de contrôle de type guidage" (33% vs 44%) ; une forte majorité de cas se sont produits sur de grosses infrastructures (52/78 soit 67%). Les "delta" élevés ne représentent ici que 40% des cas. Les vitesses élevées concernent plus particulièrement les cas où une tâche annexe est à l'origine de l'accident et qui se produisent majoritairement sur de grosses infrastructures.

La gravité est plus forte, mais non significative, pour les cas avec "delta" élevé vs "delta" faible (21 vs 15 ; **(ns)**) ; cette différence est renforcée si on considère 3 cas mortels parmi les 7 cas graves (sur 31) avec un "delta" élevé.

Pertes de contrôle de type «dynamique en courbe» : les cas avec des "deltas" élevés sont fortement surreprésentés parmi l'ensemble des accidents de type "perte de contrôle de type dynamique en courbe" (22/34, soit 65%); ce constat est logique car ces manœuvres induisent le plus souvent un type de conduite "offensive", voire agressive. Le dépassement moyen par rapport à la vitesse du trafic la vitesse est ici très élevé (ΔVt moyen = 20km/h) avec une dispersion des valeurs assez forte. Le taux d'accidents graves moyen est de 18, de même niveau que l'ensemble des accidents hors agglomération.

On note par ailleurs que un tiers (12/34) des pertes de contrôle "dynamiques" se produisent avec des valeurs de ΔVt comprises entre 0 et 5km/h, c'est-à-dire avec des vitesses initiales très proches de la vitesse du trafic ; presque tous ces cas se sont produits dans des conditions d'adhérence dégradées (ch. mouillée, grasse, verglas).

Accidents en section courante de type «croisement en courbe ou en ligne droite» : concernant le type de conduite les mêmes remarques s'appliquent aux accidents de type "croisement en courbe ou en ligne droite", qui ne représentent pas un poids important (8% des accidents), mais où la proportion de ΔVt élevés est maximale (76%). Les écarts de vitesse sont ici plus modérés (ΔVt moyen = 16km/h), avec des valeurs très resserrées, presque toutes (12/13) inférieures à la VR. Ces accidents, liés à une faible largeur de chaussée, se sont tous produits sur une "petite" infrastructure. Aucun accident grave parmi ces 13 cas.

Accidents en section courante de type «manœuvre d'entrée/sortie de chaussée» : dans le "palmarès" des plus fortes proportions de véhicules impliqués avec un ΔVt élevé, le type d'accident "manœuvre d'entrée/sortie de chaussée, ou demi-tour, en section courante" occupe la 3^{ème} place, avec 53%. Quasiment tous les véhicules avec un "delta" élevé circulent aussi à une vitesse très supérieure à la VR. Bien que les effectifs soient ici faibles (15 cas), on note que les seuls 2 cas graves concernent des véhicules avec un "delta" élevé.

En intersection : on note que pour 2/3 des cas la vitesse du véhicule n'est pas en « décalage » ($\Delta V_t < 5 \text{ km/h}$) par rapport au trafic. Par contre, les véhicules avec des "delta" élevés sont fortement concentrés sur des intersections de petites infrastructures, notamment dans les cas avec "cisaillement" (traversée ou TàG d'un véhicule non prioritaire), avec un ΔV_t moyen très élevé (20km/h). Cette concentration sur les petites infrastructures s'explique en partie par le fait que la plupart des intersections importantes sont maintenant aménagées en giratoire alors que le réseau secondaire possède encore de nombreux carrefour réglementés par Stop ou balise.

Pour ces derniers accidents, avec "cisaillement", on note un taux de gravité record de 33 acc. graves / 100 acc. en lien avec des vitesses très élevées ($> 120 \text{ km/h}$) et/ou des $\Delta V_t > 20 \text{ km/h}$.

Dans les accidents en intersection de type 9 (accident entre 2 véhicules circulant sur la même route, avec mouvement tournant d'un véhicule), les ΔV_t élevés sont très minoritaires (3cas / 12), de faible amplitude, et génèrent peu de gravité.

VT en agglomération

Par rapport aux accidents hors agglomération, la distribution se différencie assez nettement. Hormis certaines caractéristiques évidentes spécifiques à ce milieu (présence d'accidents avec piétons, absence d'autres types – traversées d'animaux, croisement sur chaussée étroite-), le point marquant est ici la forte proportion d'accidents en intersection (33%).

En intersection, une majorité de véhicules impliqués (12/20 soit 60%) circule à une vitesse nettement supérieure (en moyenne de 19km/h) à celle du trafic. Cette vitesse des impliqués est également supérieure à la VR dans presque tous les cas. On note que les intersections concernées sont réglementées par Stop et situées sur des axes importants, en périphérie, dans un environnement péri-urbain (habitat / activités, bâti discontinu), où des vitesses élevées sont possibles. Avec 2 cas graves /12, le taux de gravité des accidents avec un $\Delta Vt > 5\text{km/h}$ n'est pas significatif ; par contre, aucun accident grave parmi les 8 cas avec ΔVt faible.

Les pertes de contrôles de type "guidage" : les accidents de type1 (pertes de contrôles de type "guidage", en ligne droite, courbe ou intersection) concentrent les conducteurs dont l'état est "dégradé" (Alcool, drogue, fatigue). Une majorité de ces impliqués (8/13, 62%) circulent à une vitesse très fortement supérieure au trafic et à la VR (vitesses de l'ordre de 80km/h) ; leurs accidents se sont produits à des heures tardives, de nuit. Sur ces 8 cas, on note 2 accidents graves dont 1 mortel. En agglomération, c'est sur ce seul type d'accident que les impliqués dont le ΔVt est élevé ont un bilan de gravité plus élevé que la moyenne (2 graves, dont 1 mortel, sur 8 accidents) mais non significatif du fait d'un effectif très faible.

Les pertes de contrôle de type "dynamique". 5 accidents, tous avec un ΔVt élevé, sont des pertes de contrôle de type "dynamique". Si ces cas sont répertoriés en agglomération, on note qu'ils se sont produits sur des virages situés en entrée ou sortie de village dans un environnement proche de la rase-campagne. Les conducteurs sont ici très jeunes. Si l'écart avec la vitesse du trafic est important (+19km/h en moyenne), le niveau des vitesses n'est pas très élevé dans l'absolu (60-65km/h dans 3 cas), égale à la limitation à 50km/h dans 2 cas. Aucun de ces accidents n'est "grave".

Les accidents avec piéton se sont produits en centre-ville, ou en zone urbaine dense. Ils présentent la particularité de n'avoir pratiquement aucun excès de vitesse, que ce soit par rapport au trafic ou à la VR (1 seul cas sur 11 avec un $\Delta Vt=6$ et un cas à 55km/h) ; la moyenne des vitesses des impliqués est même légèrement inférieure à celle du trafic (38km/h vs 41km/h) !

Par contre, ce type d'accident focalise près de la moitié (4/9) des accidents graves en agglomération, avec 4 accidents graves dont 2 mortels.

Du point de vue de la gravité globale des accidents en agglomération, nous avons déjà constaté que le lien avec les vitesses les plus « décalées » par rapport au trafic, n'est pas établi. Le poids des accidents avec piétons, où les vitesses sont faibles, est ici majeur.

Les motocyclettes

Compte tenu du très faible effectif de Motos (22 cas hors agglomération et 26 cas en agglomération), les distributions et leurs comparaisons ne sont qu'indicatives, sans validité statistique.

Motos Hors agglomération

Sur les 22 véhicules, 19 sont des Motos de catégorie MTT, tous de cylindrée supérieure ou égale à 600cm³; les 3 autres sont 1 scooter MTT (type MP3) et 2 scooter 125cm³.

Comme nous l'avons vu précédemment, le taux de vitesses « excessives » pour les Motos (60%) et l'amplitude moyenne de ces excès par rapport à la vitesse du trafic (21km/h) sont un peu supérieurs mais globalement comparables aux données des VT.

Par contre, la distribution et les niveaux de vitesse selon le type d'accident sont assez différents.

Les **pertes de contrôle "dynamiques"** en courbe, les **"circulation en file"** et **"dépassement"** correspondent tous à des ΔVt très élevés. Dans les 3 cas avec des ΔVt extrêmes (40km/h et +), dont 2 cas mortels en courbe, le conducteur est très jeune et/ou inexpérimenté, ou alcoolisé ou avec une moto très sportive ; 2 cas / 3 se sont produits sur petite infrastructure sur des sections limitées à 70km/h (traversée de hameau et zone de virages).

En intersection, la proportion de vitesses « excessives » est identique aux VT (33%), mais les valeurs de ΔVt sont beaucoup plus faibles pour les Motos (10km/h vs 18km/h). Pour rappel, dans ces configurations d'accident, le véhicule dont on considère la vitesse n'est pas le "déclencheur" ; ce dernier est un usager non prioritaire, traversant ou tournant.

La gravité moyenne des accidents est très forte (3 graves / 6) mais les cas graves correspondent à des vitesses du même niveau (voire inférieures) que celles du trafic.

Ces tendances (gravité forte non liée aux vitesses élevées, et, vitesses des Motos impliquées ici comparables à celles des VT) nous laissent supposer que la vitesse n'est pas le seul élément majeur dans les accidents impliquant une Moto en intersection et que d'autres éléments explicatifs (détectabilité, stratégie de prise d'information, vulnérabilité, type de choc ...) interviennent.

Comparativement aux véhicules de tourisme, on pourra retenir que les accidents impliquant une Moto ont un taux de gravité très supérieur (11acc. graves/22) ; dans seulement 5 cas (dont 2 mortels sur des pertes de contrôle) cette gravité correspond à des vitesses très élevées. On note également que les Motos sont plus souvent impliquées dans un accident en intersection (27% vs 17% pour les VT) mais avec des vitesses moins souvent « excessives » et une gravité forte.

Motos en agglomération

Les 26 véhicules se répartissent ainsi : 15 Motos de catégorie MTT, toutes de cylindrée supérieure ou égale à 600cm³, 1 scooter MTT, 10 MTL (125cm³) dont 8 scooters et 2 Motos.

Le taux de gravité moyen (5 accidents graves, dont 1 mortel, sur 26) est un peu supérieur à celui des VT (19 vs 15). Par contre, à l'inverse des accidents des VT en agglomération, mais aussi des accidents Motos hors agglomération, tous les cas graves sont ici corrélés avec des ΔVt élevés et concernent des MTT.

La spécificité de la distribution par type de manœuvre, par rapport à celle des accidents Motos hors agglomération, réside dans l'importance des manœuvres de type 7 qui représentent 27% (7/26) des accidents. Dans ce type d'accident, un véhicule entre ou sort du trafic ou effectue un demi-tour, de manière souvent brusque, ou avec une prise d'information déficiente, et surprend ainsi un autre véhicule arrivant derrière ou circulant en face, généralement non détecté avant d'engager la manœuvre. Dans la plupart de ces cas, les deux-roues ont une vitesse supérieure à celle du trafic (de 11km/h en moyenne), et le taux de gravité est élevé (3/5) mais concerne plus les MTT. Presque tous les deux-roues (5/7) sont ici des MTL, de type scooter 125cm³ pour la plupart.

Les cas en intersection impliquent plus de MTT (5/7). Ils représentent ici la même proportion que hors agglomération (27%) ; les $\Delta V_t > 5$ sont minoritaires et de faible amplitude. On ne note aucun accident grave.

4.5 Comparaison avec les vitesses mesurées dans le cadre du projet SVRAI

Dans le cadre du projet SVRAI (Sauver des Vies par le Retour d'Analyse d'Incidents), la vitesse est mesurée par une flotte de véhicules équipés d'enregistreurs de données (EMMA2) de façon à analyser les sollicitations dynamiques des véhicules au cours de leur trajet. Plus spécifiquement, une partie de cette étude (à paraître) a porté sur l'analyse de ces données sur des zones (point GPS) du secteur EDA sélectionnées sur le critère d'existence de cas EDA survenus sur ces lieux.

L'objectif est ici de comparer les données cinématiques recueillies par l'équipe des EDA avec les données enregistrées par le boîtier enregistreur SVRAI. Pour compléter les analyses faites dans le cadre du projet VEDA, nous avons comparé les données de vitesse enregistrées par les VL équipés d'EMMA2 sur quelques zones particulièrement accidentogènes de façon à d'une part, observer si les vitesses du trafic sont cohérentes avec les données de SVRAI, puis d'autre part, comparer les données de vitesse d'un incident² dynamique avec les V_{sa} des accidents EDA correspondants.

Le **Tableau 17** présente les différents sites où l'on peut comparer les vitesses des véhicules impliqués dans un accident (V_{sa}) du secteur EDA avec celles des pratiquées sur le lieu de l'accident (V_{trafic}) et celles recueillies par la flotte de véhicules équipés d'enregistreurs (V_{svrai}).

Zone GPS EDA	V_{sa}	V_{trafic}	V_{svrai} (nombre de passages)	$V_{réglementaire}$
inter Baisse vers Salon	80	78	80 (n=10)	90
	80	80	79,2 (n=10)	90
	80	83	77,3 (n=10)	90
	87	80	80 (n=10)	90
inter Baisse vers Marseille	120	83	77,2 (n=2)	70
inter Roquerousse vers Salon	70	70	73,3 (n=3)	90
	90	70	72,5 (n=3)	90
monument Jean Moulin vers Salon	80	80	60,9 (n=3)	90
monument Jean Moulin vers Avignon	110	81	77,2 (n=3)	90
Arceau/av. Pompidou	50	50	29 (n=2)	50
	51	15	29 (n=2)	50
	55	30	29 (n=2)	50
jonction a54/a7 vers Lyon	85	55	49,2 (n=20)	50
virage la Barben vers Salon	65	55	73,7 (n=116)	70
	75	65	62 (n=116)	70

Tableau 17: Description des zones EDA où l'on a pu mesurer des enregistrements SVRAI (soit 15 cas d'accidents EDA)

² Ce sont des déclenchements avec dépassement des seuils plus prolongé, réellement liés à de fortes sollicitations dynamiques potentiellement dangereuses (référence SVRAI)

Comparaison de la Vtrafic et de la Vsvrai sur différentes zones GPS

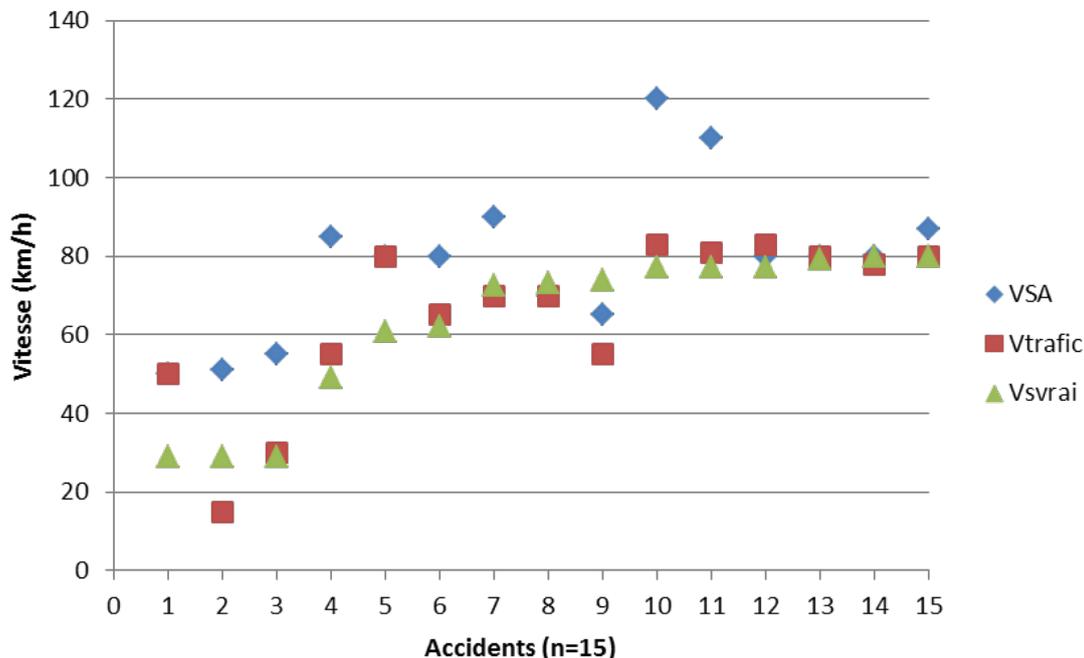


Figure 16 : répartition des différentes vitesses (Vsa, Vtrafic et Vsvrai) pour 15 accidents EDA

Globalement, on peut constater (cf. **Figure 16**) qu'en valeur absolue la moyenne de l'écart entre Vtrafic et Vsvrai est de 7,1 km/h. Hormis 4 cas où l'écart entre les 2 vitesses est supérieur à 10km/h, la Vtrafic et la Vsvrai semblent cohérentes. Sur ces 4 cas, ces écarts importants peuvent être expliqués par le fait que les mesures de vitesse (Vtrafic et Vsvrai) ne correspondent pas au même jour, aux mêmes conditions de trafic et climatiques. On constate également que la vitesse du trafic ne semble pas sous-évaluée par les enquêteurs. En effet, pour les 15 cas d'accidents, dans 2/3 des cas la vitesse du trafic est supérieure à celle de Vsvrai.

Comparaison des données incidents et accidents sur une zone GPS

Sur l'exemple présenté ci-dessous, le point GPS se situe dans un virage très serré, avec un rayon de courbure moyen de 70m (rayon minimum de 67m) et d'une longueur de 86m. Il se situe dans un enchaînement de virages sur une route départementale de 1ère catégorie. Dans cette zone sinueuse, la limitation de vitesse est de 70km/h et les 3 accidents répertoriés dans les EDA sont des pertes de contrôle de type dynamiques sur chaussée mouillée.

Concernant les enregistrements de Svrai, on dénombre 116 passages dont près d'un sur deux est lié à de fortes sollicitations dynamiques, c'est-à-dire des passages où la norme des accélérations longitudinales et transversales dépassaient les 6 m/s². En effet, sur l'ensemble des passages de la flotte SVRAI, on a recueilli 44 incidents et 11 évènements³.

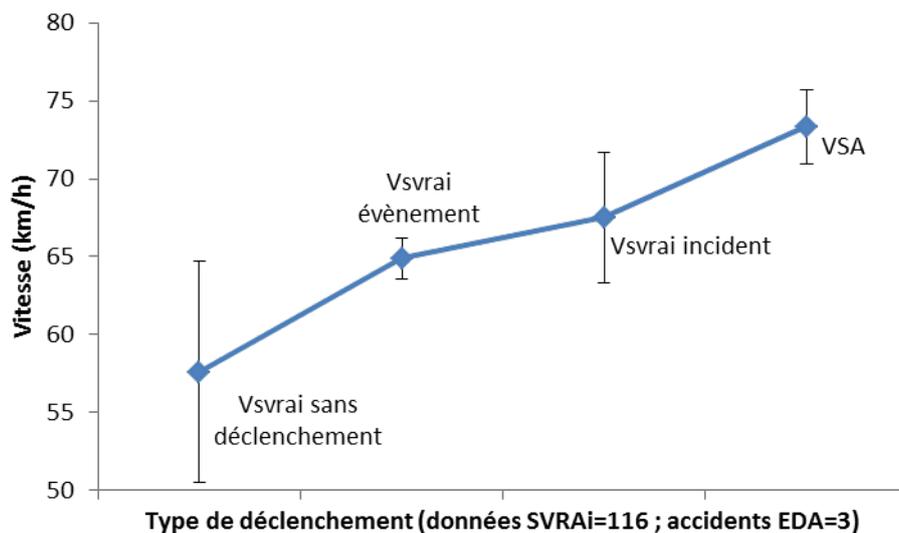


Figure 17 : Vitesses moyennes de passage (et écart-types) en fonction du type de déclenchement sur une zone GPS (projet SVRAI) et Vsa pour 3 accidents EDA

La Figure 17 montre une corrélation positive entre la vitesse et le type de déclenchement. En effet, pour les enregistrements SVRAI, plus la vitesse est élevée et plus le type de déclenchement est lié à des fortes sollicitations dynamiques.

Lorsque l'on observe le niveau de vitesse des véhicules impliqués dans un accident EDA (n=3), la Vsa est bien supérieure à la vitesse moyenne des incidents recueillie dans SVRAI. Ce graphe, illustrant le cas de pertes de contrôle dynamique, montre une cohérence et une continuité des résultats entre les données SVRAI et celles des accidents.

En effet, on observe une continuité logique entre l'évolution de la vitesse correspondantes aux différents seuils de valeur définis dans SVRAI et les vitesses des impliqués dans un accident. Lorsque l'on s'approche de la vitesse "Vsvrai incident", le véhicule subit de fortes sollicitations dynamiques. De ce fait, la situation où le véhicule excède cette vitesse peut s'avérer accidentogène, notamment lorsque la chaussée est mouillée (cas de nos 3 accidents EDA sur ce site).

³ Ce sont des déclenchements avec dépassement des seuils sur une courte durée, plutôt imputable à un aménagement d'infrastructure spécifique ou à un défaut d'infrastructure.

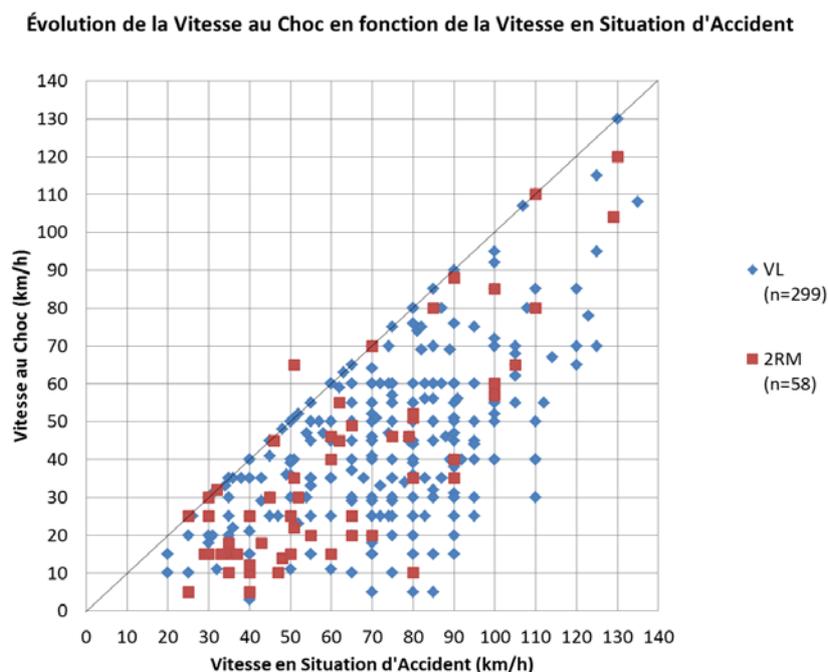
4.6 Description des Vitesses au choc

Ce paragraphe présente une analyse descriptive des vitesses au choc (V_{choc}) de notre échantillon de 400 accidents. La vitesse au choc codée dans notre base de données EDA est la vitesse en entrée de choc ou de collision de chaque véhicule impliqué dans l'accident. Lorsque qu'il y a plusieurs chocs pour un même véhicule dans le même accident nous retenons celui qui a dissipé le plus d'énergie, le plus "violent". Rappelons que notre base de données Veda ne contient qu'un véhicule par accident puisque seuls les véhicules ayant une vitesse en situation d'accident (V_{sa}) pertinente ont été retenus et que les doublons ont été écartés. La vitesse au choc retenue est donc la vitesse en entrée de choc ou collision du véhicule dont la V_{sa} est pertinente, et celle du véhicule adverse lorsqu'il y en a un, n'est pas prise en compte dans ces exploitations. Seuls les véhicules légers (VL : automobiles et véhicules utilitaires légers) et les deux-roues motorisés (2RM : toutes catégories sauf cyclomoteurs) ont été retenus pour cette exploitation soit 357 accidents.

La **Figure 18** représente l'évolution de la vitesse au choc en fonction de la vitesse en situation d'accident pour tous les types de véhicules (VL et 2RM), pour les VL puis pour les 2RM. Un conducteur qui ne perçoit pas la situation de conflit, ou qui n'a pas le temps d'effectuer une manœuvre d'urgence de type freinage aura donc une V_{choc} égale à sa V_{sa} . Ces cas sont représentés sur la diagonale principale du graphique. Les autres se situent généralement en dessous de cette diagonale.

Sur la globalité de ces accidents, dans approximativement 12 % des cas (soit 44 sur 357) aucun freinage n'a été mis en œuvre pendant la durée de la phase d'urgence (soit parce que le conducteur n'a pas perçu la situation d'accident, soit parce qu'il n'en a pas eu le temps). La proportion d'accidents sans freinage est de 13 % pour les VL (38 cas sur 299) et de 10 % (6 cas sur 58) pour les 2RM. On notera qu'un seul point se situe en dessus de la diagonale du graphique il s'agit d'un accident impliquant un 2RM qui réalise, "en accélérant", une manœuvre de dépassement d'un véhicule "lent" qui effectue subitement un demi-tour.

Une vue globale de l'ensemble des données V_{choc} en fonction de V_{sa} , **Figure 18**, montre une dispersion extrême des valeurs. Cette dispersion, à l'image de la multiplicité des configurations d'accidents, ne permet pas d'identifier une relation simple et solide entre ces deux informations.



Afin de pouvoir mieux caractériser cette relation, nous proposons d'analyser ces données par « familles » d'accidents, à minima en dissociant les pertes de contrôle et les accidents ayant pour origine une interaction entre véhicules ou piéton.

Les pertes de contrôle en courbe de type "dynamique"

Comme dans nos travaux de recherche antérieurs (Michel, 2005), nous avons distingué parmi les pertes de contrôle, celles de type dynamique, pour lesquelles l'accident est lié principalement au dépassement des capacités dynamiques du système conducteur-véhicule-infrastructure. Dans notre base VEDA, 48 cas correspondent à ce type d'accidents.

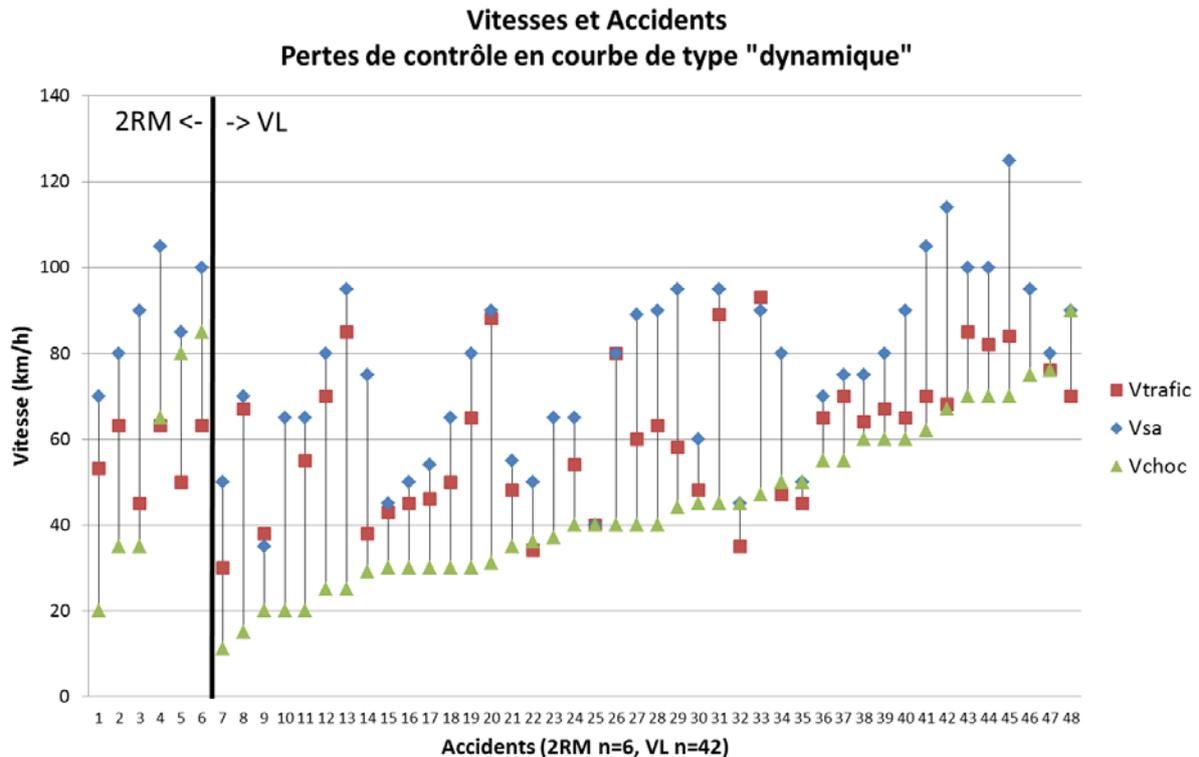


Figure 19 : description des vitesses Vtrafic, Vsa et Vchoc pour les accidents avec perte de contrôle de type "dynamique"

La **Figure 19** présente pour chacun de ces accidents la vitesse du trafic (si disponible), la vitesse en situation d'accident et la vitesse au choc, en différenciant les 2RM des VL. Comme on peut le constater, la dispersion est importante. En effet, pour ces cas d'accidents, la vitesse au choc dépend bien évidemment de la vitesse en situation d'accident mais également de l'éventuelle présence d'obstacles sur la trajectoire du véhicule en perte de contrôle et de leur éloignement par rapport au point initial de la perte de contrôle (position au moment de la situation d'accident). De plus, les effectifs sont faibles pour les 2RM (n=6). Toutefois, on obtient pour les accidents impliquant un 2RM une vitesse en situation d'accident moyenne de 88 km/h ($\sigma=12$ km/h) et une vitesse au choc moyenne de 53 km/h ($\sigma=25$ km/h). Pour les VL, les moyennes des vitesses sont respectivement de 75 km/h ($\sigma=21$ km/h) et 44 km/h ($\sigma=18$ km/h).

La **Figure 20** représente pour les accidents "perte de contrôle en courbe de type dynamique" l'évolution de la vitesse au choc en fonction de la vitesse en situation d'accident pour tous les types de véhicules (VL et 2RM), pour les VL puis pour les 2RM. Nous rappelons que : un conducteur qui ne perçoit pas la situation de conflit, ou qui n'a pas le temps d'effectuer une manœuvre d'urgence de type freinage aura donc une V_{choc} égale à sa V_{sa} . Ces cas sont représentés sur la diagonale principale du graphique. Les autres se situent généralement en dessous de cette diagonale.

Les accidents "sans freinage" sont logiquement rares pour ce type d'accident, 8 % des cas (4 sur 48) et ne concernent que les VL (4 pour 42, soit $\approx 9\%$).

Ce graphique présente également les courbes de tendance linéaires de l'évolution de V_{choc} en fonction de V_{sa} pour chaque catégorie de véhicules. Ces courbes de tendance linéaires sont données à titre informatif car leurs coefficients de détermination R^2 ne sont pas assez élevés pour assimiler cette fonction à une droite. Toutefois parmi les courbes de tendance les plus couramment utilisées (exponentielle, logarithmique, polynomiale, puissance...) celles-ci donnent les meilleurs résultats. Nous ne constatons pas de différences marquées entre les VL et les 2RM dont les effectifs sont faibles, aussi la courbe tous véhicules confondus nous indique approximativement une vitesse au choc égale à 60 % de la vitesse en situation d'accident. Cette relation est toutefois peu significative dans la mesure où on peut noter une très forte dispersion des valeurs (R^2 égal à seulement 0.33).

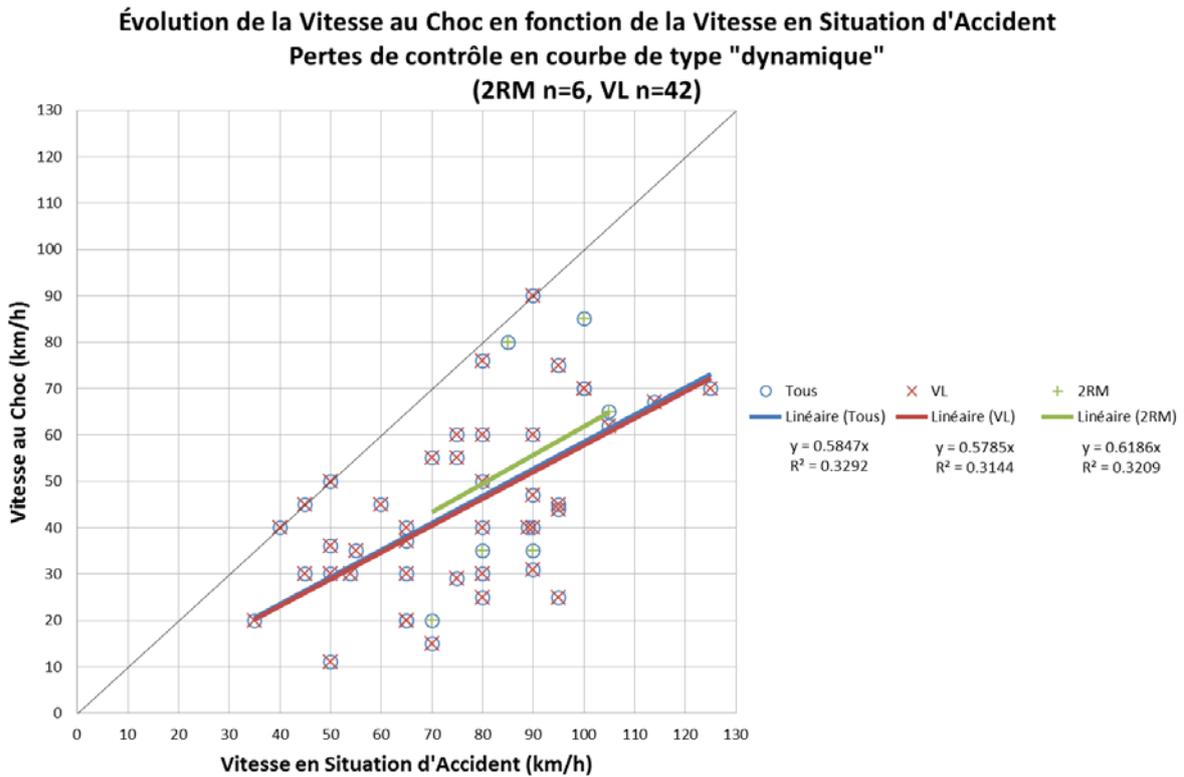


Figure 20 : tracé de V_{choc} en fonction de V_{sa} pour les accidents avec perte de contrôle de type "dynamique"

Les pertes de contrôle de type "guidage"

Nous observons maintenant les pertes de contrôle, en courbe ou en ligne droite, de type "guidage", correspondant à des accidents dans lesquels intervient principalement une interruption des fonctions de guidage (réalisation de tâches annexes, endormissement...). Dans notre base VEDA, 114 cas correspondent à ce type d'accidents. À noter que les 2RM sont très peu impliqués dans cette catégorie d'accidents avec seulement 10 cas.

Comme la **Figure 19**, la **Figure 21** ci-dessous présente pour chacun de ces accidents la vitesse du trafic (si disponible), la vitesse en situation d'accident et la vitesse au choc, en différenciant les 2RM des VL. De façon encore plus prononcée, et pour les mêmes raisons (présence et position des obstacles sur la trajectoire du véhicule en perte de contrôle), la dispersion de la vitesse au choc est très grande. Nous obtenons pour ce type d'accidents impliquant un 2RM une vitesse en situation d'accident moyenne de 51 km/h ($\sigma=21$ km/h), alors que nous avons 88 km/h ($\sigma=12$ km/h) pour les pertes de contrôle de type dynamiques. Pour la vitesse au choc moyenne nous obtenons 28 km/h ($\sigma=26$ km/h) alors que nous étions précédemment à 53 km/h ($\sigma=25$ km/h). Cela peut s'expliquer par le fait que les pertes de contrôle de type guidage concernent essentiellement ici des MTL accidentées en agglomération, alors que les pertes de contrôle de type dynamique survenant en courbe impliquent principalement des MTT hors agglomération.

Pour les VL, les moyennes des vitesses sont de 81 km/h ($\sigma=19$ km/h) pour V_{sa} et 46 km/h ($\sigma=22$ km/h) pour V_{choc} , alors que précédemment nous avons respectivement 75 km/h ($\sigma=21$ km/h) et 44 km/h ($\sigma=18$ km/h) pour les pertes de contrôle de type dynamique.

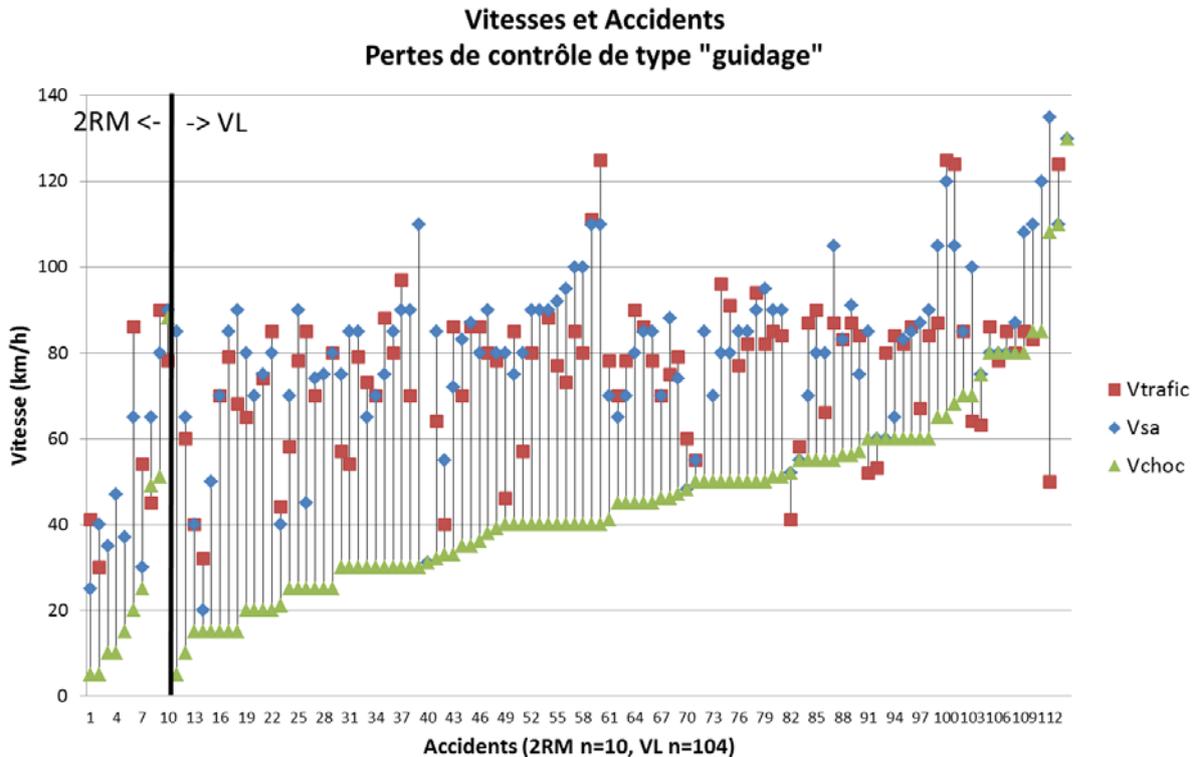


Figure 21 : description des vitesses V_{trafic} , V_{sa} et V_{choc} pour les accidents avec perte de contrôle de type "guidage"

La **Figure 22** représente l'évolution de la vitesse au choc en fonction de la vitesse en situation d'accident pour tous les types de véhicules (VL et 2RM), pour les VL puis pour les 2RM. Les accidents "sans freinage" représentent 8% des "pertes de contrôle de type guidage", (9 pour 114) et ne concernent que les VL (9 pour 104, soit ≈9 %). Comme pour la **Figure 20**, ce graphique présente également les courbes de tendance linéaires de l'évolution de V_{choc} en fonction de V_{sa} pour chaque catégorie de véhicules. Nous ne constatons pas de différences vraiment marquées entre les VL et les 2RM dont les effectifs sont faibles, aussi la courbe tous véhicules confondus nous indique approximativement une vitesse au choc égale à environ 55 % de la vitesse en situation d'accident. Ici aussi, la dispersion des valeurs est importante, (le coefficient de détermination R^2 est seulement égal à 0.33).

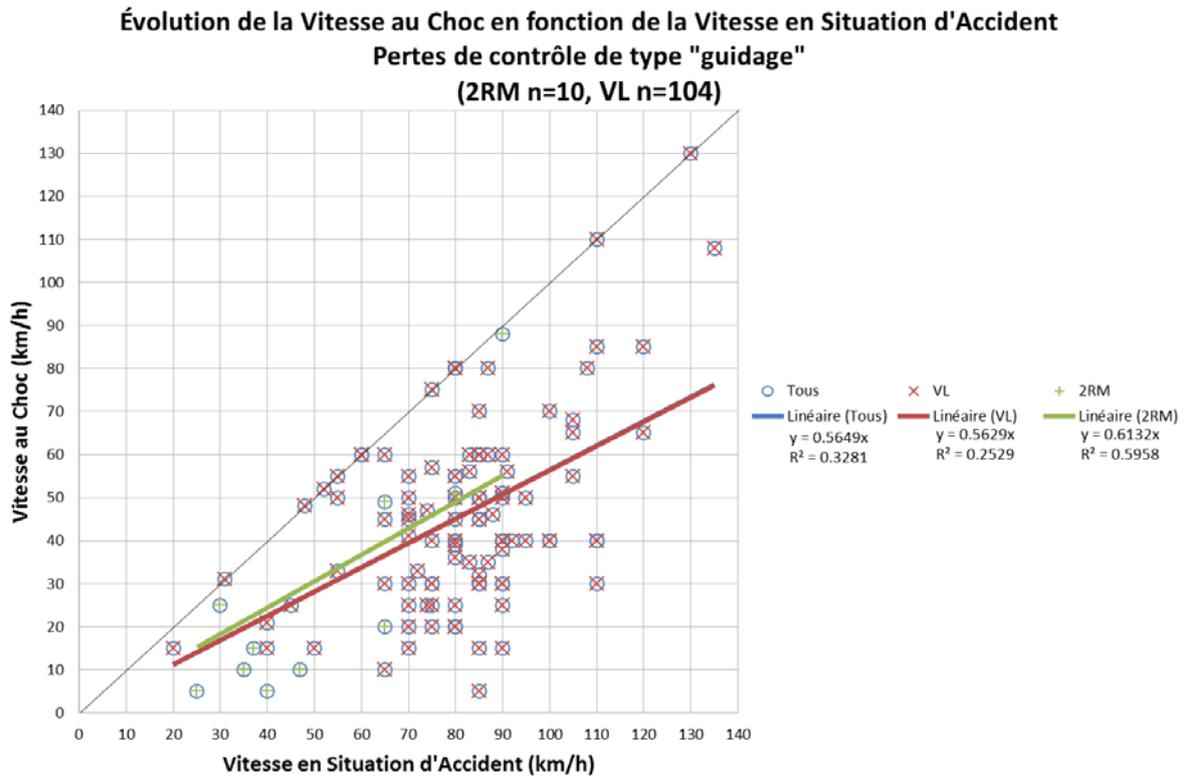


Figure 22 : tracé de V_{choc} en fonction de V_{sa} pour les accidents avec perte de contrôle de type "guidage"

Les accidents avec "interaction" multi usagers

Définition : un accident de type "interaction" est un accident dans lequel le conducteur du véhicule est en interaction avec au moins un autre usager (véhicule ou piéton) au moment de la situation d'accident (rupture) : du basculement de la situation de conduite en situation d'urgence, qu'il y ait ensuite collision avec un autre véhicule ou pas. Cette catégorie contient principalement des accidents en intersection, mais également quelques accidents avec dépassement ou croisement et les accidents impliquant un piéton. Dans notre base VEda, 184 cas impliquant des VL et des 2RM (hors cyclomoteurs) correspondent à ce type d'accidents. Sur ces 184 cas d'accidents, dans 27 cas (soit ≈15 %) aucun freinage n'a été mis en œuvre pendant la durée de la phase d'urgence (soit parce que le conducteur n'a pas perçu la situation de conflit, soit parce qu'il n'en a pas eu le temps). Seuls les cas avec réalisation d'une manœuvre de freinage d'urgence ont été ici retenus soit 157 accidents.

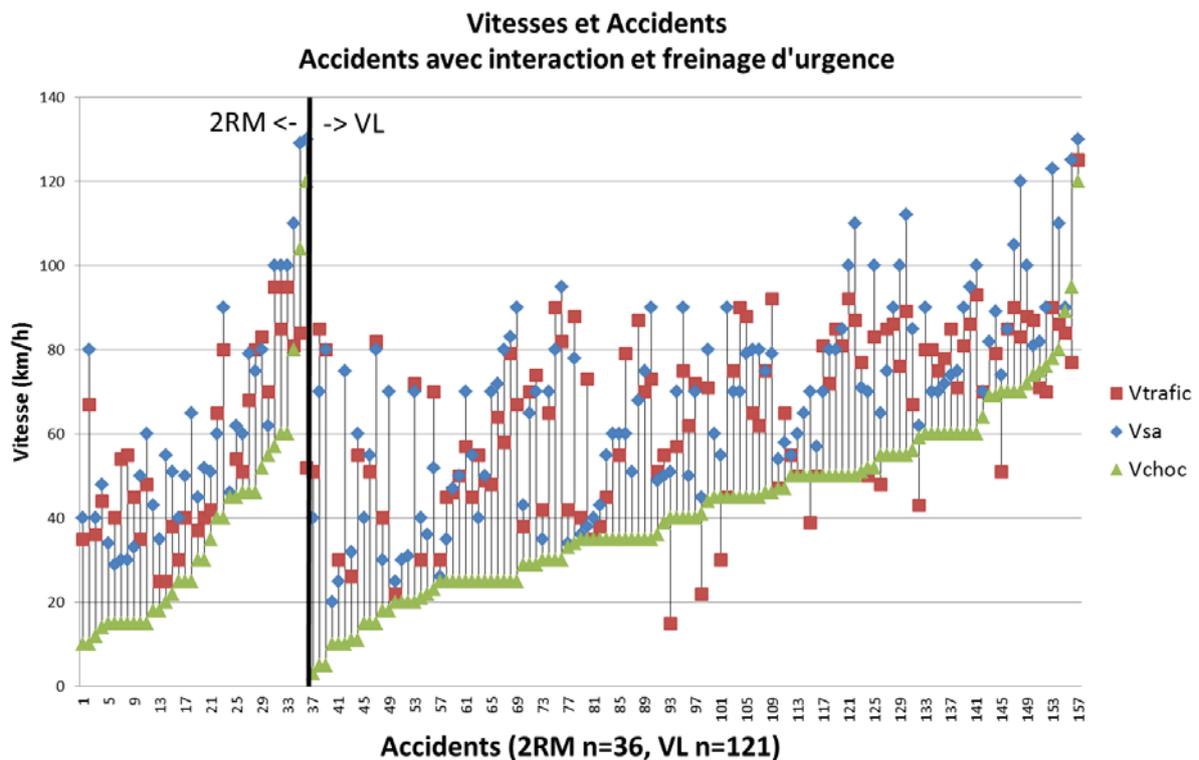


Figure 23 : description des vitesses Vtrafic, Vsa et Vchoc pour les accidents avec interaction et réalisation d'une manœuvre de freinage d'urgence

Suivant le même principe que précédemment, la **Figure 23** présente pour chacun de ces accidents la vitesse du trafic (si disponible), la vitesse en situation d'accident et la vitesse au choc, en différenciant les 2RM des VL. Compte tenu de la diversité des accidents, les dispersions sont grandes mais nous obtenons pour les 2RM une vitesse en situation d'accident moyenne de 61 km/h ($\sigma=26$ km/h) et une vitesse au choc moyenne de 36 km/h ($\sigma=25$ km/h). Pour les VL, ces valeurs sont légèrement supérieures 69 km/h ($\sigma=23$ km/h) pour Vsa et 42 km/h ($\sigma=20$ km/h) pour Vchoc.

Pour essayer de représenter l'évolution de la vitesse au choc en fonction de la vitesse en situation d'accident lorsque qu'il y a mise en œuvre d'un freinage d'urgence, nous présentons **Figure 24**, selon le même principe que les figures précédentes, la distribution de V_{choc} en fonction de V_{sa} .

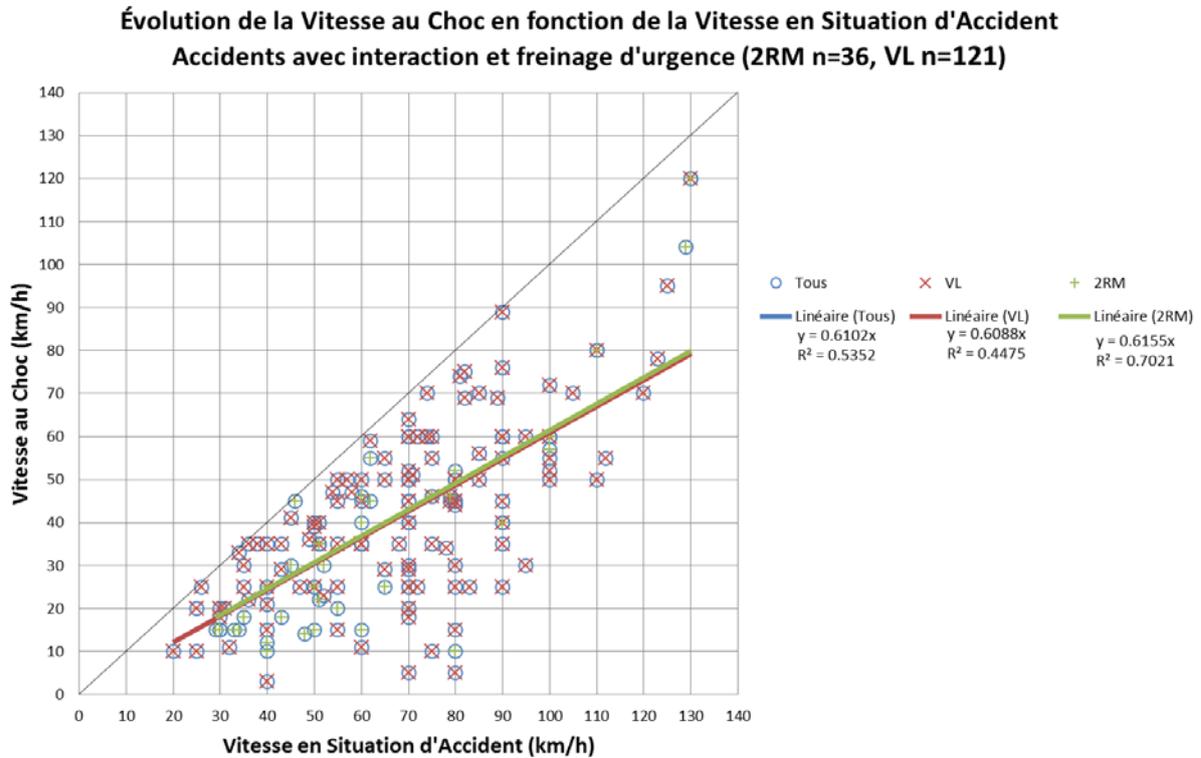


Figure 24 : tracé de V_{choc} en fonction de V_{sa} pour les accidents avec interaction et réalisation d'une manœuvre de freinage d'urgence

Nous ne constatons pas de différences vraiment marquées entre les VL et les 2RM si ce n'est une moindre dispersion pour les 2RM. Aussi la courbe tous véhicules confondus nous indique approximativement une vitesse au choc égale à environ 60 % de la vitesse en situation d'accident. Même si, par rapport aux accidents de type "perte de contrôle" présentés précédemment, la dispersion est moindre, cette relation ne peut être utilisée qu'en première approximation, le R^2 augmente un peu, mais reste égal à seulement 0.53. On note également que la dispersion est moins forte pour les 2RM ($R^2= 0.70$) ce qui illustre une relation plus homogène entre V_{choc} et V_{sa} pour cette catégorie de véhicules.

En résumé, peut-on trouver une relation entre Vchoc et Vsa?

Nous avons cherché à établir une relation entre la vitesse au choc et la vitesse en situation d'accident des véhicules impliqués dans un accident. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec une relation linéaire simple, telle que :

$$V_{\text{choc}} \approx 0.6 V_{\text{sa}}$$

Quelle que soit la "famille" d'accidents considérée, cette relation semble stable.

Ce résultat confirme que, globalement, l'augmentation ou la diminution de la vitesse initiale d'un véhicule fera varier la vitesse au choc dans le même sens.

Toutefois, la dispersion très élevée des valeurs met en cause la robustesse de ce résultat. En effet, cette relation correspond à une information globale qui n'illustre pas suffisamment la multiplicité des configurations d'accidents.

4.7 Observation de la gravité globale des accidents

Nous cherchons à établir une relation entre la vitesse en situation d'accident et/ou la vitesse au choc et la gravité globale de l'accident. Les lésions sont codées selon la procédure internationale AIS1990 (cf. AAAM, 1990). La gravité globale de l'accident (MAIS) est ici représentée par le niveau de gravité le plus élevé de toutes les lésions, de toutes les personnes impliquées dans l'accident quel que soit le véhicule occupé. La signification de l'indicateur MAIS accident tel que nous l'utilisons est la suivante : 0 absence de lésion, 1 la lésion la plus importante est de gravité mineure, 2 modérée, 3 sérieuse 4 sévère, 5 critique, 6 maximale, 7 l'accident est mortel.

En ne retenant que les cas d'accidents pour lesquels les lésions de toutes les personnes impliquées sont connues, nous obtenons un sous-échantillon de notre base initiale VEDA de 327 accidents.

En théorie un des critères de sélection des cas pour l'accidenthèque EDA est, "au minimum une personne transportée à l'hôpital", pourtant 46 accidents de la base VEDA ont un MAIS Accident égal à 0. Ceci s'explique par le fait que pour ces accidents, les personnes transportées à l'hôpital ont été jugées par les médecins "indemne médicalement vérifié".

À noter que lorsque plusieurs véhicules sont impliqués dans l'accident, seules les vitesses (Vtrafic, Vsa, Vchoc) du véhicule pertinent ont été retenues (ce véhicule est pratiquement toujours celui qui n'est pas à l'origine de l'accident, mais celui dont la vitesse au choc apporte la plupart de l'énergie de collision, notamment pour les cas en intersection).

Compte tenu des diversités de configurations d'accidents et de types d'usagers impliqués (piétons, usagers de 2RM, VL, PL), un lien direct entre Vsa, Vchoc et la gravité globale de l'accident n'a pu être mis en évidence de façon globale (cf. **Figure 25**). En circonscrivant notre analyse, les effectifs deviennent rapidement trop faibles pour en tirer des enseignements. Toutefois, nous présentons en pages suivantes les graphiques correspondants aux accidents de piétons, de 2RM et enfin de VL.

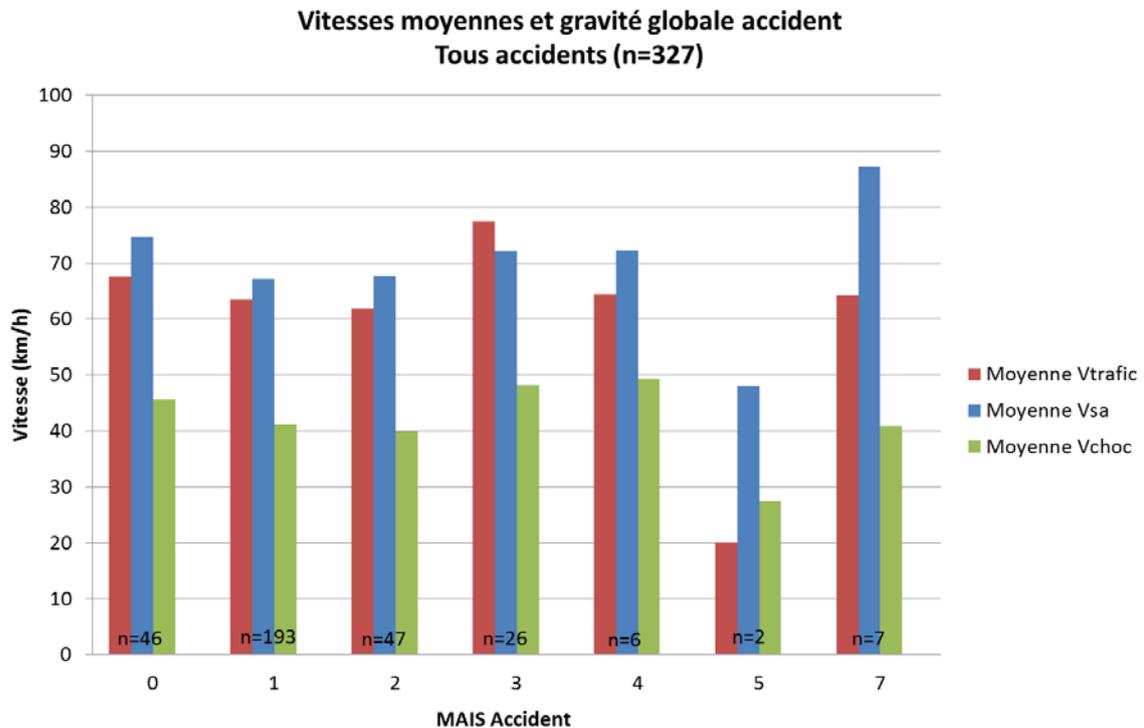


Figure 25 : répartition des vitesses moyennes en fonction de la gravité globale de l'accident
Tous types d'accidents, tous types d'usagers

Concernant les accidents impliquant au moins un piéton (cf. **Figure 26**), la gravité de l'accident augmente logiquement avec la vitesse au choc mais attention l'effectif est ici de seulement 15 accidents.

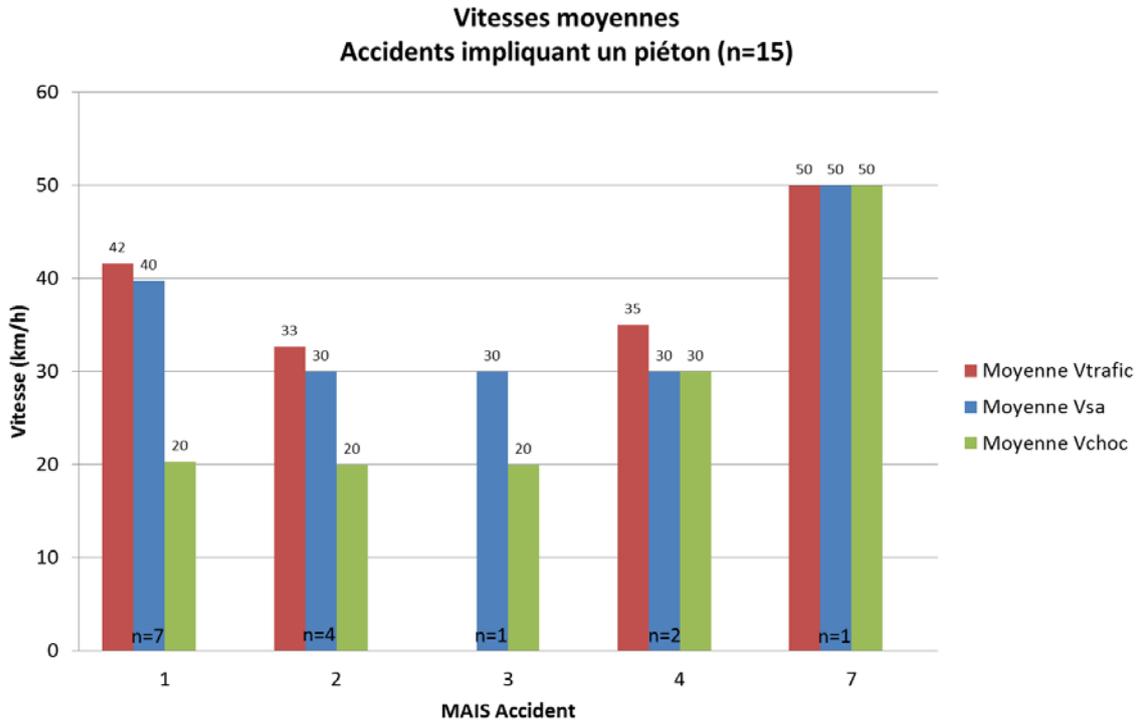


Figure 26 : répartition des vitesses moyennes en fonction de la gravité globale de l'accident Accidents impliquant au moins un piéton

Concernant les accidents impliquant au moins un 2RM (cyclomoteurs inclus), du fait d'un faible effectif, nous avons regroupé la gravité globale de l'accident en deux modalités seulement :

- les accidents de "faible" gravité présentant un MAIS Accident égal à 0, 1 ou 2,
- les accidents "graves" avec un MAIS Accident supérieur ou égal à 3.

La **Figure 27**, en page suivante, présente les différentes vitesses moyennes pour les accidents impliquant un 2RM en perte de contrôle (n=24). Logiquement, les accidents avec blessés légers font intervenir des vitesses en situation d'accident et vitesses au choc (respectivement 52 et 30 km/h) bien inférieures à celles correspondant aux accidents graves (Vsa 85 et Vchoc 43 km/h).

En page suivante également, la **Figure 28** présente les différentes vitesses moyennes selon le même principe, mais cette fois-ci pour les accidents avec interaction (n=48), impliquant donc un autre usager. Nous obtenons des valeurs comparables à celle des pertes de contrôle pour les accidents de faible gravité (Vsa 53 et Vchoc 31 km/h) et pour les accidents graves la vitesse en situation d'accident est bien inférieure (Vsa 69km/h) alors que la vitesse au choc est légèrement supérieure (Vchoc 47 km/h). Ces résultats illustrent à nouveau l'importante vulnérabilité des usagers de 2RM et les liens entre la vitesse de circulation ou Vsa, la vitesse au choc et la gravité de l'accident.

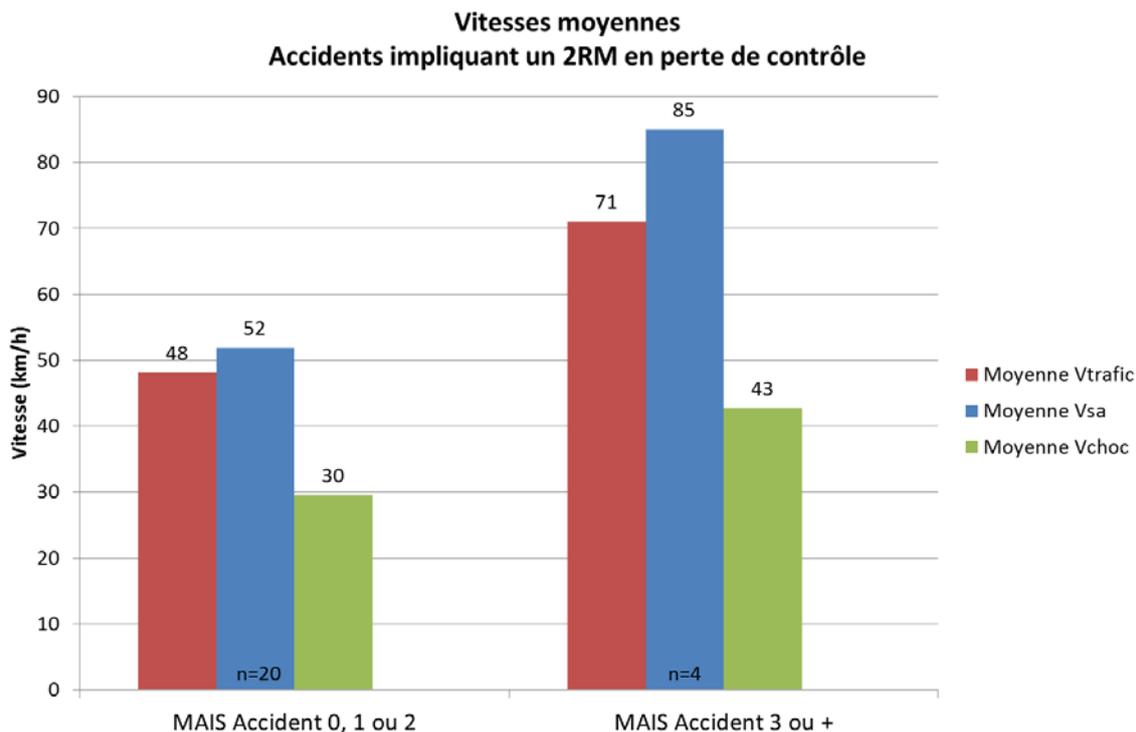


Figure 27 : répartition des vitesses moyennes en fonction de la gravité globale de l'accident
Accident de type "perte de contrôle" impliquant au moins un 2RM

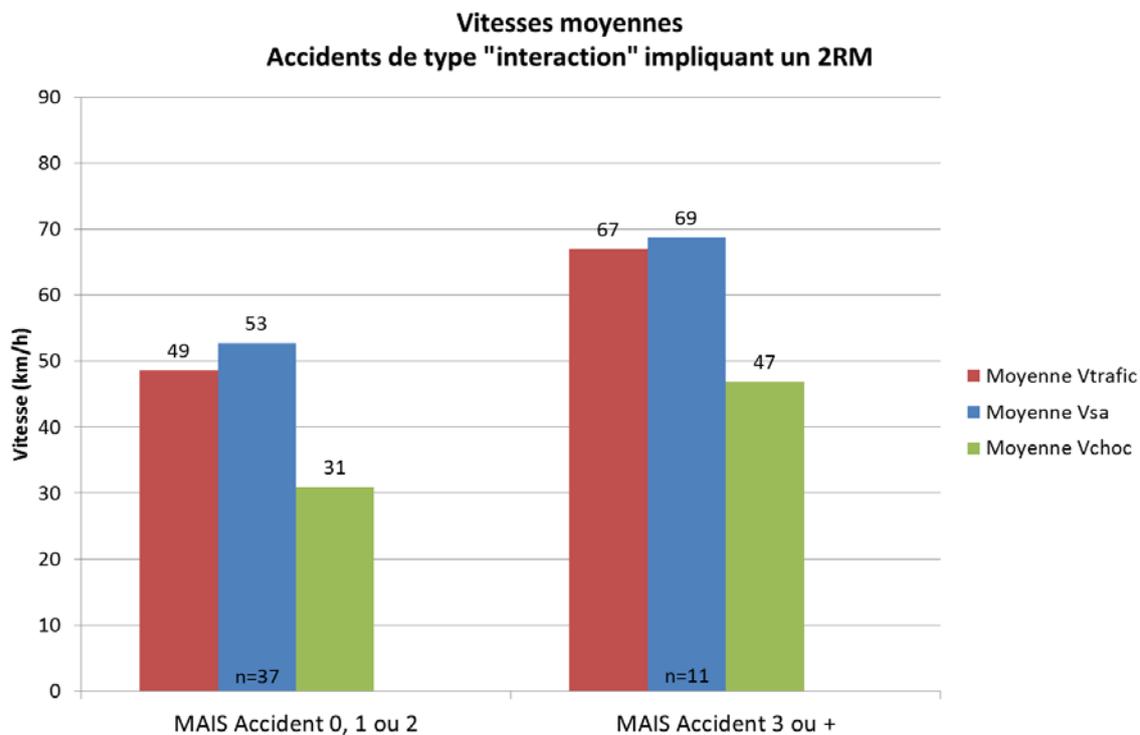
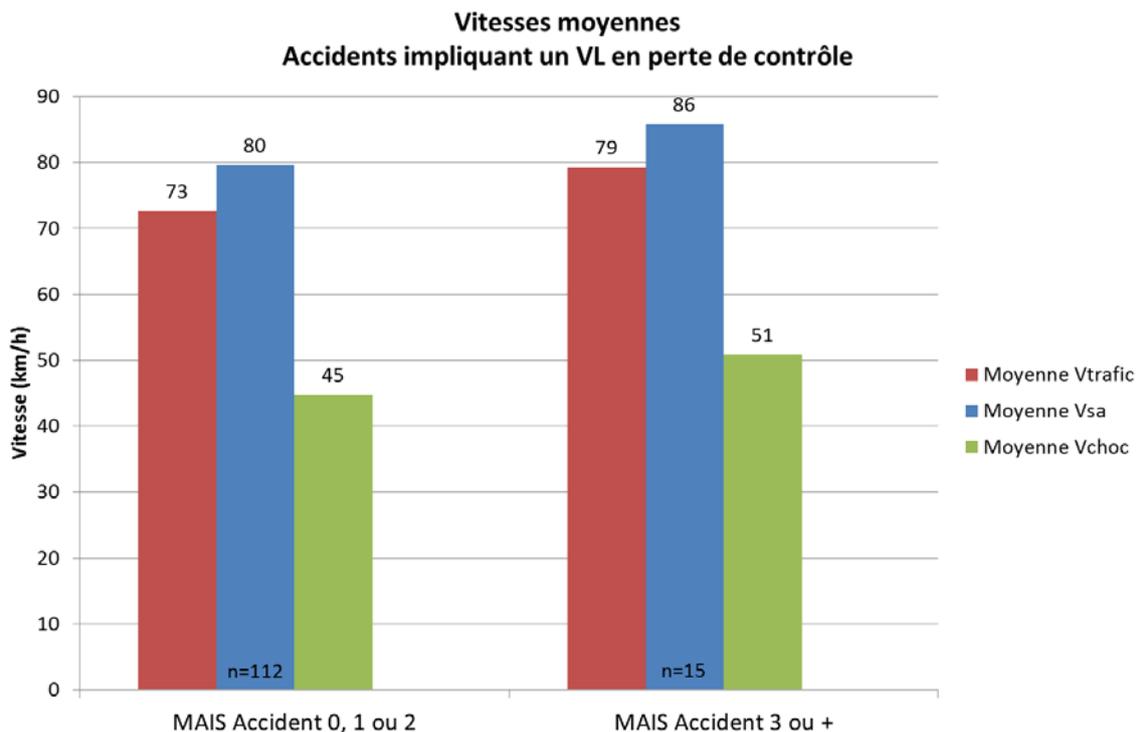
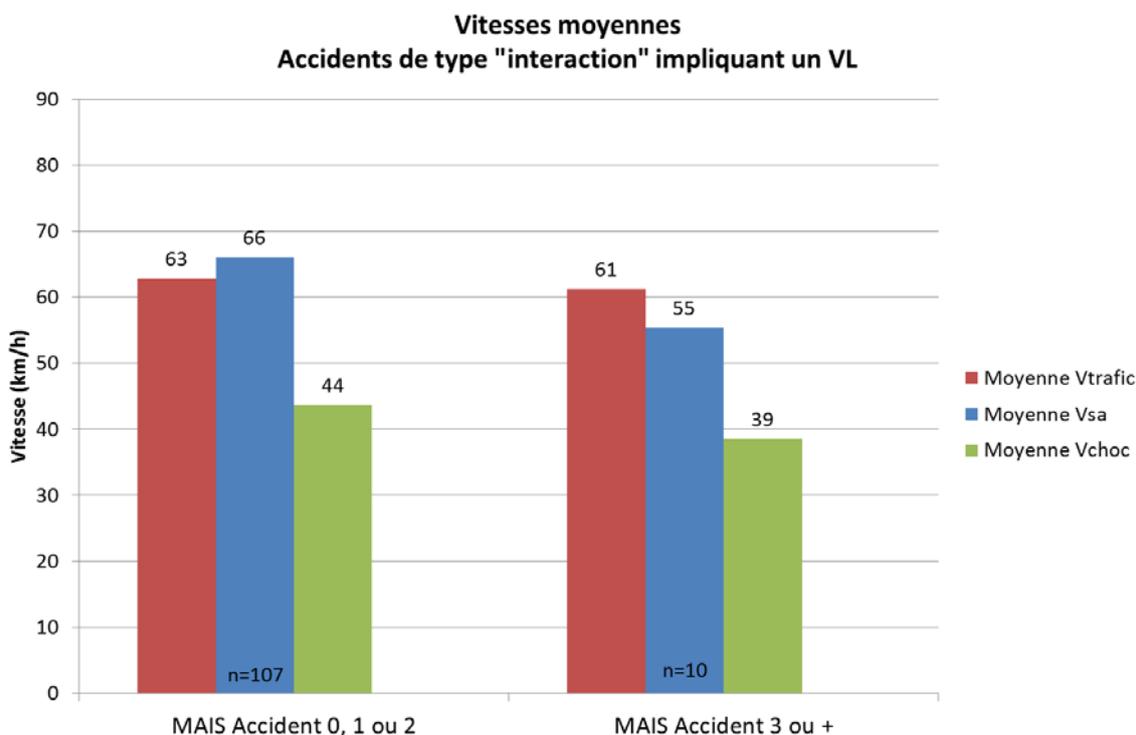


Figure 28 : répartition des vitesses moyennes en fonction de la gravité globale de l'accident
Accident de type "interaction" impliquant au moins un 2RM



**Figure 29 : répartition des vitesses moyennes en fonction de la gravité globale de l'accident
Accident de type "perte de contrôle" impliquant au moins un VL**



**Figure 30 : répartition des vitesses moyennes en fonction de la gravité globale de l'accident
Accident de type "interaction" impliquant au moins un VL**

La **Figure 29** en page précédente, présente les différentes vitesses moyennes pour les accidents impliquant un VL en perte de contrôle (n=127). Logiquement, les accidents avec blessés légers font intervenir des vitesses en situation d'accident et vitesses au choc (respectivement 80 et 45 km/h) inférieures à celles correspondant aux accidents graves (V_{sa} 86 et V_{choc} 51 km/h). On notera en comparant ces résultats à ceux des 2RM, **Figure 27**, que ces valeurs sont largement supérieures, notamment pour les accidents de faible gravité. Ceci peut s'expliquer par la bien plus grande vulnérabilité des usagers de 2RM comparée à celle des usagers d'automobiles ou de véhicules utilitaires légers.

En page précédente également, la **Figure 30** présente les différentes vitesses moyennes selon le même principe, mais cette fois-ci pour les accidents avec interaction (n=117) impliquant un VL. Nous rappelons ici que, pour ce type d'accident impliquant un autre usager, l'observation de la gravité globale de l'accident (gravité de la lésion la plus importante de toutes les personnes impliquées dans l'accident) n'est pas facile à interpréter. En effet, lorsque l'autre impliqué est un usager vulnérable (piéton, vélo et 2RM), une "faible" vitesse au choc peut entraîner des blessures graves (cas fréquents en agglomération). Ceci explique ce résultat qui peut paraître aberrant : les accidents les plus graves ne sont pas ceux présentant les plus grandes vitesses au choc. De plus les effectifs concernant les accidents graves, MAIS Accident supérieur ou égal à 3, sont très faibles : n=10.

En conclusion, nous avons abordé la question de la relation entre la vitesse et la gravité d'un accident en utilisant le codage AIS1990.

Nos analyses montrent que, globalement (tous types de lieux et de configurations d'accidents confondus), un lien direct n'a pu être mis en évidence. Ce lien, à priori logique, n'apparaît clairement que pour quelques types d'accidents particuliers : les accidents contre piéton, les pertes de contrôle pour les 2RM et les VL et enfin les accidents avec "interaction" uniquement pour les 2RM.

L'absence de relation globale illustre ici le fait que la gravité globale d'un accident dépend aussi d'autres paramètres majeurs tels que le type d'usagers, la configuration du choc, les caractéristiques des véhicules, etc.

4.8 Synthèse et conclusion de la 1^{ère} partie

L'**objectif** de ce travail est de comparer la vitesse des usagers impliqués dans un accident (vitesse en "situation d'accident") à la vitesse d'un échantillon d'usagers (vitesse "du trafic") circulant sur le même lieu, à la même heure. Ces vitesses seront également confrontées à la vitesse réglementaire (VR) et à la vitesse au choc.

Les données cinématiques indispensables à cette analyse sont issues de la base de données des Études Détaillées d'Accidents (EDA) du Laboratoire Mécanismes d'Accidents. Cette base de données est constituée à partir du recueil, continu dans le temps, et de l'étude très détaillée d'un échantillon d'accidents qui se sont produits sur le secteur des EDA.

Du fait que les cas traités se sont produits sur un périmètre limité, dont la morphologie est fortement marqué par le réseau hors agglomération, cette base ne peut être utilisée dans le cadre de questions purement quantitatives ni dans un objectif de généralisation des résultats. Sa vocation est de générer ou de valider des hypothèses de recherche concernant les mécanismes en jeu dans la genèse des accidents et d'apporter des réponses précises dans le cadre d'études nécessitant le recours à un niveau d'information très approfondi.

Une base de données spécifique a été constituée à partir de la base EDA. Cette base, nommée «Veda», comporte **400 accidents qui se sont produits entre 2004 et 2013**, pour lesquels nous disposons des paramètres issus de reconstructions cinématiques. On peut noter que la majorité (70%) des accidents de cette base se sont produits hors agglomération.

Les réflexions liées à la construction de cette base thématique nous ont également conduits à utiliser quelques notions que nous précisons ci-dessous.

- Notion de "pertinence" de la vitesse: *la vitesse d'un véhicule impliqué dans un accident est jugée "pertinente" si elle peut faire l'objet d'une comparaison avec la vitesse du trafic et avec la vitesse réglementaire de l'infrastructure sur laquelle il circule. Par conséquent, sont exclus les véhicules pour lesquels cette comparaison n'a pas de sens, notamment lorsqu'un véhicule est à l'arrêt ou lors de manœuvres particulières... (définition complète, cf. page 10).*
- Rôle du véhicule: *dans un accident où plusieurs véhicules sont impliqués, le véhicule "déclencheur" est celui qui a provoqué la rupture, c'est-à-dire le basculement de la situation de conduite vers une situation d'accident. ... (définition complète, cf. page 11).*

Tous les véhicules retenus dans la base Veda ont ainsi des vitesses "pertinentes". Certains sont des "déclencheurs" et d'autres ne sont pas "déclencheurs" (par exemple les cas en intersection).

Dans les quelques cas où plusieurs véhicules ont une vitesse "pertinente" dans l'accident, seul le "déclencheur" est retenu (par exemple les cas d'un véhicule en perte de contrôle qui percute un autre véhicule).

La base de données finale Veda utilisée pour l'étude principale portant sur les vitesses en situation d'accident comprend ainsi 400 véhicules impliqués dans 400 accidents. Parmi ces 400 véhicules, on compte 295 Véhicules de Tourisme (VT), 58 motocyclettes (14 MTL et 44MTT), 26 cyclomoteurs, 13 poids lourds (PL) et 8 véhicules utilitaires légers (VUL).

Les données cinématiques que nous exploitons sont :

- La vitesse en situation d'accident (V_{sa}) et la vitesse au choc (V_{choc}), qui sont issues d'une reconstruction cinématique,
- la vitesse "du trafic" (V_{trafic}), qui représente la vitesse moyenne d'un échantillon de véhicules en circulation, est une information recueillie in situ.

Au-delà de ces paramètres-cibles, nous disposons d'un ensemble de descripteurs complet de l'accident et de ses composants. Parmi ces descripteurs, on peut souligner la place particulière de la typologie des accidents en "manœuvres-origine" qui permet d'étudier des groupes d'accidents homogènes quant à leurs mécanismes initiaux.

Une description d'ensemble de la base VEda a été réalisée, en préalable à l'analyse ciblée sur les vitesses. Cet état de variables nous a permis d'identifier quelques spécificités de cette base d'accidents et de la rendre plus homogène en isolant quelques configurations marginales d'accidents et de véhicules.

- 70% des accidents de la base VEda se sont produits hors agglomération. Les cas hors agglomération se caractérisent par une très forte proportion d'accidents de type "perte de contrôle" (plus de 50% pour les VT).
- En agglomération, pour les seuls VT, on observe une proportion nettement plus forte de cas en intersection (35% vs 19% hors agglomération).
- les motocyclettes sont nettement plus souvent impliquées que les VT dans des conflits de type "interaction en section courante", notamment en agglomération.
- En ce qui concerne la gravité, sur 400 accidents nous avons 10 cas mortels (13 morts) et 54 cas graves (61 blessés graves).

Afin d'avoir une base de données la plus homogène possible, quelques cas particuliers avec de faibles effectifs, tels que des accidents sur autoroute, avec un Poids-Lourd ou un cyclomoteur ont été succinctement traités à part.

De l'analyse de ces accidents aux faibles effectifs, on pourra essentiellement retenir une segmentation assez nette entre les deux types de cyclomoteurs : scooter et "cyclos à boîte de vitesse mécanique". Si, avec des performances souvent supérieures, les "cyclos à boîte" ont des vitesses initiales notablement plus élevées, c'est aussi des comportements atypiques, ou ludiques, de la part de très jeunes conducteurs qui les caractérise.

Après suppression de ces cas particuliers, les exploitations communes de la base VEda ont porté sur 342 véhicules (287 VT et 57 motocyclettes) impliqués dans 342 accidents.

Au final, compte tenu que, pour quelques cas d'accidents, la vitesse "du trafic" n'est pas renseignée, les comparaisons entre la vitesse en situation d'accident (V_{sa}) et la vitesse "du trafic" (V_{trafic}) ont porté sur 310 véhicules (262 VT et 48 motocyclettes) impliqués dans 310 accidents.

Méthodologie

Dans un premier temps nous avons mené une approche globale, de manière à quantifier les différences de vitesse, en dissociant les cas en/hors agglomération et les véhicules de type VT / motocyclettes.

Dans un second temps, afin de préciser la nature du lien entre vitesse et accident, l'analyse s'appuie sur une typologie très détaillée des accidents, issue des EDA. Nous avons simplifié cette typologie pour constituer des "familles" homogènes et suffisamment pourvues en effectif. Cette typologie simplifiée des accidents, "en familles", repose sur notre connaissance des mécanismes en jeu et des régularités que l'on peut observer en analysant de grandes quantités de cas. Cette échelle permet de caractériser plus précisément la relation entre les niveaux de vitesse observés et le mécanisme d'accident, à son origine ainsi que dans ses conséquences.

La notion de " ΔV_t " : pour comparer les écarts entre la vitesse des véhicules impliqués (V_{sa}) et la vitesse des véhicules en circulation (V_{trafic}), nos exploitations se basent sur la valeur de ce ΔV_t , exprimée en km/h. La vitesse d'un véhicule impliqué peut être supérieure, de même ordre ou inférieure à celle des véhicules en circulation ; ce différentiel s'illustrant ainsi par une valeur de ΔV_t positive, nulle ou négative. Nos analyses sont particulièrement ciblées sur les véhicules dont la vitesse est nettement supérieure à celle "du trafic", qui sont caractérisées par un $\Delta V_t > 5\text{km/h}$.

Analyse des vitesses - Résultats

Analyses globales

Une comparaison avec la vitesse réglementaire (VR) nous a fourni un premier aperçu du décalage entre les vitesses des impliqués et celles "du trafic" :

- En agglomération et hors agglomération dans les sections limitées à 70km/h, les taux de dépassement de la VR sont élevés (près d'un véhicule sur deux) et comparables pour les véhicules impliqués dans un accident ou ceux en circulation,
- Par contre, hors agglomération, dans les sections limitées à 90km/h, les véhicules impliqués dépassent la VR plus de deux fois plus souvent que les non-impliqués (18% vs 7%).

Par ailleurs, quel que soit le lieu, l'amplitude du dépassement de la VR par les véhicules impliqués est supérieure, en moyenne de 10km/h, à celle des véhicules non impliqués (cf. détail page 24).

Les analyses quantitatives ont ensuite été focalisées sur les véhicules dont la vitesse est nettement supérieure à celle "du trafic", représentée par un " ΔVt " > 5km/h. Des comparaisons avec les autres véhicules impliqués (dont la vitesse est du même ordre, ou inférieure, à celle du trafic) permettent également de les caractériser.

Le résultat de cette segmentation nous indique que :

Tous types de lieux confondus, près de 50% des véhicules impliqués circulaient à une vitesse nettement plus élevée que celle "du trafic", avec une différence notable entre les VT et motocyclettes (47% vs 58%).

On note que cette proportion globale reste identique si l'on ne considère que les cas survenus en agglomération ou ceux hors agglomération.

Afin d'utiliser un critère de gravité simple, nous avons considéré qu'un accident est "grave" si on y dénombre au moins un mort ou un blessé grave.

Les accidents qui impliquent des véhicules de tourisme circulant hors agglomération à une vitesse nettement plus élevée que celle "du trafic" génèrent une gravité proche du double de celle des autres accidents (19 acc. graves/100acc. vs 10).

Cette relation est également vérifiée en agglomération, à condition de ne pas prendre en compte les accidents avec un piéton, spécifiques à ce milieu, et dont le poids est majeur dans le bilan de gravité. On peut noter ici que le très fort niveau de gravité des accidents piétons n'est pas lié à des vitesses élevées.

Pour ces véhicules dont la vitesse est nettement supérieure à celle "du trafic", l'amplitude moyenne de ce dépassement est élevée et variable selon le milieu :

- En agglomération, pour les VT, son amplitude moyenne est proche de 22km/h, avec une dispersion des valeurs importante (écart-type = 17km/h).
- Hors agglomération, pour les VT, son amplitude moyenne est de 17km/h, avec des valeurs moins dispersées (écart-type = 9km/h)
- Pour les motocyclettes, l'amplitude moyenne varie peu selon le milieu (21km/h), avec des valeurs très dispersées (écart-type = 18km/h en agglo et 14km/h hors agglo.)

La dispersion des valeurs illustre ici le fait que certains véhicules abordent les lieux à une vitesse "un peu" supérieure à celle "du trafic", et généralement proche ou inférieure à la VR, alors que d'autres circulent à des vitesses très élevées, parfois "marginales".

Vitesse réglementaire

Si notre premier résultat global indique que près de 50% des véhicules impliqués ont une vitesse nettement plus élevée que celle "du trafic" (47% des VT et 58% des motocyclettes), **cela n'implique pas que tous ces véhicules dépassent la vitesse réglementaire.**

En agglomération, hors centre-ville, cette concordance est assez nette puisque une très forte majorité (80%) dépasse aussi la VR.

Toutefois, on note que l'environnement de ces accidents est peu homogène : une majorité de cas se sont produits dans des zones urbaines périphériques, de "1^{ère} couronne", ou dans des sections d'entrée/sortie de village, où l'on relève les " ΔV_t " les plus élevés, souvent en heure creuse de nuit pour quelques cas de vitesses extrêmes. A l'inverse, les véhicules impliqués dans des zones urbaines denses, ou en centre-ville, dépassent rarement la VR. Pour ces derniers, du fait de conditions de trafic particulières, la référence à la vitesse du trafic semble parfois peu pertinente.

Sur l'ensemble des véhicules de tourisme impliqués en agglomération, 52% dépassaient la VR.

Hors agglomération, dans les sections limitées à 90km/h, 46% des véhicules impliqués ont une vitesse nettement supérieure à la vitesse du trafic. Parmi ces vitesses nettement supérieures au trafic, 41% sont aussi supérieures à la VR.

Pourtant, hors agglomération, le fait de segmenter le réseau entre "grosses" et "petites" infrastructures (du point de vue du gabarit de chaussée, du volume de trafic, ...) fait apparaître une distinction :

La proportion de véhicules circulant à une vitesse supérieure à celle "du trafic" est nettement plus élevée sur les "petites" infrastructures hors agglomération ; cette caractéristique est fortement marquée pour les motocyclettes.

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer ce résultat qui a déjà été noté dans des travaux précédents. En premier lieu, sur les « grosses » infrastructures les forts volumes de trafic ont tendance à "stabiliser" les niveaux de vitesse ; la pratique de vitesses marginales y est plutôt cantonnée à des heures creuses, de nuit, ce que nous avons observé dans notre échantillon. En second lieu, on note que sur les "petites" infrastructures (réseau RD avec chaussées de moins de 7m, incluant des petites routes de rase-campagne, parfois sinueuses) la vitesse "du trafic" est également très modérée, très inférieure à la VR dans la majorité des cas ; de ce fait, la majorité des véhicules dont le " ΔV_t " est élevé circulent pourtant à une vitesse qui n'excède pas la VR (voir résultat suivant). Enfin, la rareté des contrôles de vitesse sur ce réseau est probablement un élément explicatif concernant une minorité de cas où la vitesse pratiquée est très fortement décalée par rapport au trafic et parfois supérieure à la VR.

Ainsi, en référence à la VR, la différence entre les deux gabarits de route est assez nette.

- Sur le réseau limité à 90km/h et sur les "grosses" infrastructures, les véhicules avec un " ΔV_t " élevé représentent 42% des véhicules impliqués ; parmi ces derniers, 50% sont aussi à une vitesse supérieure à la VR.

- Sur les "petites" infrastructures, ces proportions sont respectivement de 51% et 32%.

Sur l'ensemble des véhicules de tourisme impliqués hors agglomération dans les sections limitées à 90km/h, 24% dépassaient la VR.

Les sections limitées à 70km/h hors agglomération

Les sections limitées à 70km/h, hors agglomération, apparaissent assez atypiques et problématiques dans la mesure où les dépassements de la VR y sont massifs et de grande amplitude, même pour les véhicules non impliqués.

Sur ces sections limitées à 70km/h, les vitesses moyennes des véhicules impliqués ainsi que "du trafic", ne sont inférieures que de 7 à 9km/h à celles des sections limitées à 90km/h. Les véhicules avec un " ΔVt " élevé y représentent 75% des véhicules impliqués; parmi ces derniers, 75% sont aussi à une vitesse supérieure à la VR.

Sur l'ensemble des véhicules de tourisme impliqués hors agglomération dans les sections limitées à 70km/h, 60% dépassaient la VR.

Les motocyclettes

Concernant les motocyclettes, où notre effectif n'est que de 48 cas, la répartition globale de la gravité n'apparaît pas directement liée au niveau de " ΔVt ", contrairement aux véhicules de tourisme. Cela suggère que **d'autres éléments explicatifs, spécifiques aux deux-roues** (vulnérabilité, détectabilité, ...), interviennent dans la gravité de ces accidents, en particulier ceux se produisant en intersection où leurs vitesses ne sont pas supérieures à celles des véhicules de tourisme.

Néanmoins,

Les accidents les plus graves impliquant une Moto sont globalement très liés à la seule vitesse initiale (V_{sa}) ; ainsi, indépendamment d'une référence à la vitesse du trafic, les 20% des vitesses les plus élevées regroupent 50% de la gravité, dont tous les cas mortels.

Si l'on segmente notre échantillon de motocyclettes entre motocyclettes "légères" (MTL) et motocyclettes "lourdes" (MTT), on constate que presque tous les accidents graves (14/16 dont tous les cas mortels) concernent les MTT.

La grande majorité (67%) des motocyclettes lourdes impliquées dans un accident circulait à une vitesse nettement plus élevée que le trafic ($\Delta Vt > 5\text{km/h}$).

Parmi celles-ci, 63% (15/24) circulaient à une vitesse très supérieure à la VR (en moyenne de 27km/h), notamment en agglomération.

Sur l'ensemble des motocyclettes lourdes impliquées, tous milieux confondus, 44% dépassaient la VR.

À l'inverse, les motocyclettes "légères", en majorité des scooters 125cm³, presque toutes accidentées en agglomération, n'ont un $\Delta Vt > 5\text{km/h}$ que dans 33% des cas dont aucun n'excède la VR.

Analyse détaillée par types d'accident

Si, globalement, la convergence "vitesse plus élevée = gravité plus forte" est établie, et souvent considérée comme un axiome, l'analyse par type d'accident a révélé des nuances importantes dont on rappelle ici l'essentiel.

Les accidents sans « interaction » à l'origine (pertes de contrôle véhicule seul)

Les "pertes de contrôle en courbe" de type "dynamique" : les véhicules de tourisme impliqués dans des "pertes de contrôle en courbe" de type "dynamique", la plupart hors agglomération, circulaient majoritairement (65%) à une vitesse supérieure à la vitesse "du trafic" (les autres cas concernent des conditions d'adhérence dégradées où la vitesse des véhicules est équivalente, ou peu supérieure, à celle du trafic). La gravité globale de ce type d'accidents, pour lesquels la vitesse constitue pourtant un facteur majeur, est un peu inférieure à la gravité moyenne de l'ensemble des accidents. **On note cependant que la frange des vitesses les plus élevées, parfois très supérieures à la VR, concentre les cas graves.**

Les «pertes de contrôle de type guidage» (*en ligne droite, en courbe ou en intersection : la majorité de ces cas se sont produits en ligne droite, et une grande proportion concerne des courbes à grand rayon*) : ce type d'accident a un poids très important. L'origine de l'accident est ici liée à une hypovigilance (fatigue, somnolence, endormissement, ...) ou à une attention détournée (tâche annexe), parfois associée à une alcoolisation ; ces accidents se produisent souvent à des heures tardives, de nuit. La gravité globale de ce type d'accident est très forte, que ce soit hors ou en agglomération.

Les «pertes de contrôle de type guidage», liées à des problèmes d'hypovigilance, se caractérisent par une configuration où des vitesses globalement moins « décalées », par rapport à l'ensemble des autres types d'accident, génèrent une gravité très forte.

Cette forte gravité, et en particulier les cas mortels, s'explique en partie par le fait que ces dérives, ou écarts de trajectoire du véhicule, génèrent parfois des chocs avec un véhicule circulant en sens inverse. Dans 40% des cas seulement (un peu plus en agglomération), la vitesse du véhicule est supérieure à celle "du trafic" ; ces cas concentrent les plus fortes gravités (mortels).

Parmi les «perte de contrôle de type guidage », **les accidents consécutifs à une tâche annexe**, pour lesquels les vitesses semblent plus élevées que dans les cas de somnolence, concentrent également une gravité élevée.

Par ailleurs, **l'ensemble de ces accidents de type "guidage" a un poids aujourd'hui majeur et croissant** (en particulier hors agglomération), tout au moins sur notre échantillon de cas EDA.

Une comparaison sur deux décennies (1994-2003 vs 2004-2013) de cas EDA, portant sur plus de 1000 cas d'accident, nous montre une croissance de plus de 20% de la part de ces accidents par rapport à l'ensemble des cas (soit de 25% à plus de 30%) avec un effectif stable.

Dans le même temps, la part des accidents en intersection a diminué de 16% et la part des accidents de type « perte de contrôle en courbe de type dynamique » a diminué de 11% ; pour ces deux types d'accident, la diminution de leur part de l'ensemble des accidents correspond à une diminution de 30% en effectif.

Ce type d'accident apparaît donc comme un "point dur" relativement imperméable aux évolutions générales de la vitesse depuis dix ans.

Les accidents avec "interaction" entre plusieurs usagers

Hors agglomération

En section courante, les accidents de type "**manœuvre d'entrée/sortie de chaussée**, ou demi-tour" se caractérisent par un fort pourcentage (53%) de véhicules dont le " ΔVt " est élevé. Si la gravité est globalement faible, du fait de configurations de choc "favorables", les cas graves correspondent aussi aux " ΔVt " élevés. Dans ce type d'accident, un usager est généralement surpris par une manœuvre, à vitesse lente, d'un usager circulant dans le même sens. Ce type d'accident peut être rapproché des cas en intersection avec "cisaillement" (voir ci-dessous) dans la mesure où le véhicule, qui voit généralement sa trajectoire coupée par un autre véhicule, n'est pas le "déclencheur" de l'accident.

En intersection, les vitesses nettement supérieures à la vitesse du trafic (" ΔVt " élevés) sont globalement minoritaires (1cas/3). Parmi l'ensemble des manœuvres à l'origine des accidents, les configurations avec "cisaillement" (traversée ou TàG d'un véhicule non prioritaire), notamment sur petites infrastructures, présentent cependant un ΔVt moyen très élevé (20km/h).

Pour les accidents avec "cisaillement", sur des intersections de rase-campagne réglementées par balise ou Stop, on note un taux de gravité très élevé.

Cette gravité est liée à une minorité de véhicules circulant à des vitesses très élevées (quelques cas > 100km/h et/ou avec un $\Delta Vt > 20$ km/h).

Par contre, en agglomération, cette même configuration d'accidents, sur des intersections en milieu péri-urbain, mais avec des vitesses initiales plus modérées (entre 50 et 70km/h), génère une gravité faible.

En agglomération

Nos analyses s'appuient ici sur un effectif de 59 cas d'accidents.

Comparativement aux accidents hors agglomération, la part des accidents en intersection est ici beaucoup plus élevée.

Les accidents de type "**interaction avec un piéton**", spécifiques à l'agglomération, génèrent une forte gravité qui n'est pas associée à des vitesses élevées.

Les motocyclettes

Nos analyses s'appuient ici sur un effectif de 48 cas d'accidents.

L'ensemble des accidents de type "**interaction en section courante**", en ou hors agglomération, ainsi que les **pertes de contrôle "dynamiques"** en courbe, correspondent presque tous à des ΔVt très élevés, exclusivement de la part de motocyclettes "lourdes" (MTT). Dans ces situations, le motard, parfois très jeune et/ou inexpérimenté, ou alcoolisé ou avec une moto sportive, circule souvent à une vitesse pouvant être très élevée et est surpris par une difficulté de tracé ou par un véhicule manœuvrant et/ou circulant lentement.

La gravité est ici très liée au niveau de vitesse.

En intersection, La gravité moyenne des accidents est très forte mais les cas graves correspondent à des vitesses du même niveau que celles des voitures.

Ce constat (gravité forte non liée aux vitesses élevées et vitesses des motocyclettes impliquées ici comparables à celles des VT) suggère que **la vitesse ne semble pas être un élément majeur de la gravité des accidents impliquant une Moto en intersection et que d'autres éléments explicatifs interviennent** (vulnérabilité, type de choc, détectabilité, stratégie de prise d'information, ...).

Représentation synthétique de l'analyse par types d'accident

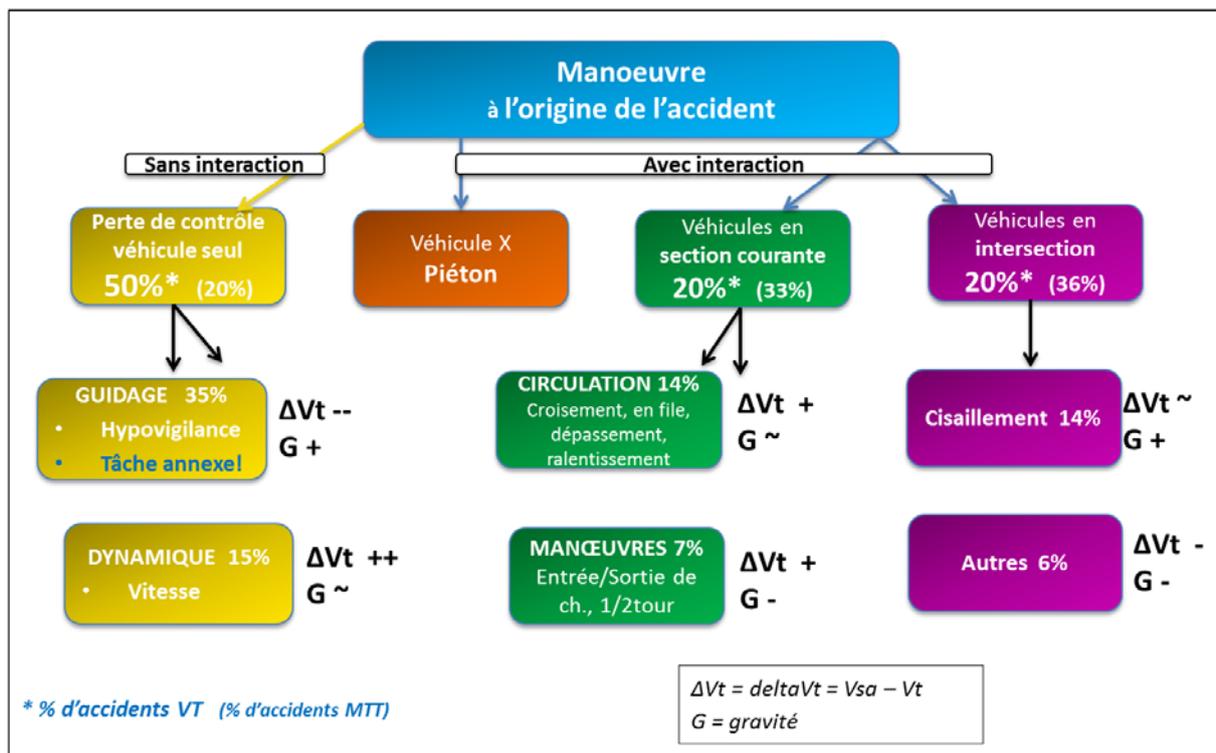


Figure 31 : Niveaux de vitesse et gravité, par type d'accident (Véhicules de Tourisme, hors agglomération)

La figure ci-dessus permet de représenter, de manière simplifiée et schématique, les convergences et divergences des caractéristiques de vitesses (taux d'impliqués avec $\Delta Vt > 5 \text{ km/h}$) et de gravité (taux d'accidents graves ou mortels), correspondant à chacun des principaux types d'accidents.

Les notations « + », « ++ », « ~ », « - » et « -- » sont établies en fonction de l'écart par rapport aux caractéristiques de l'ensemble des accidents.

Si nous avons précédemment établi que, pour chaque type d'accident, les vitesses les plus élevées concentraient les gravités les plus fortes, notre analyse révèle néanmoins des différences très nettes entre types d'accidents.

On constate notamment que :

- Pour les accidents de type « cisaillement » en intersection, un niveau de vitesse « dans la moyenne » génère une gravité très élevée. *La configuration des chocs est ici en cause.*
- L'ensemble des accidents en section courante présente des vitesses très « décalées » par rapport au trafic et une gravité proche de la « moyenne ».
- Même remarque concernant les pertes de contrôle en courbe de type « dynamique » où les vitesses sont très fortement « décalées ».
- Les pertes de contrôle d'un véhicule seul de type « guidage » (en ligne droite, en courbe ou en intersection), très liées à l'hypovigilance, ont un niveau de vitesse globalement proche du niveau de vitesse du trafic et génèrent une gravité très élevée.

Ces résultats d'ensemble ne concernent que les accidents impliquant un véhicule de tourisme (VT) hors agglomération.

Nos effectifs d'accidents en agglomération, ainsi que ceux impliquant une motocyclette, sont insuffisants pour donner ce type de résultat.

Relation entre Vitesse au choc (Vchoc) et Vitesse en situation d'accident (Vsa)

Nous avons cherché à établir une relation entre la vitesse au choc et la vitesse en situation d'accident des véhicules impliqués dans un accident. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec une relation linéaire simple telle que :

$$V_{\text{choc}} \approx 0.6 V_{\text{sa}}$$

Cette relation semble être peu sensible au type d'accidents considéré.

Ce résultat confirme que, globalement, l'augmentation ou la diminution de la vitesse initiale d'un véhicule fera varier la vitesse au choc dans le même sens.

Toutefois, la dispersion très élevée des valeurs met en cause la robustesse de ce résultat. En effet, cette relation correspond à une information globale qui n'illustre pas suffisamment la multiplicité des configurations d'accidents.

Conclusion

Le décalage de la vitesse d'un impliqué par rapport au trafic est une caractéristique forte de l'accidentologie, dans la mesure où cela concerne près d'un accident sur deux. Parmi ces véhicules, près d'un sur deux excède aussi la vitesse réglementaire.

Sur l'ensemble des impliqués, 30% des véhicules dépassent la vitesse réglementaire. Si on considère que les systèmes de contrôle de la vitesse n'interviennent qu'à partir d'un dépassement de plus de 5km/h de la vitesse réglementaire, c'est un véhicule de tourisme sur quatre qui serait concerné. Cela signifie que la grande majorité des véhicules impliqués n'excède pas la vitesse réglementaire. On note toutefois que ce constat n'est pas uniforme; certains types de lieu, de contextes, (zones péri-urbaines, sections limitées à 70km/h, réseau secondaire, nuit) semblent concentrer ces excès.

Par rapport à la référence à la vitesse réglementaire, nos analyses montrent que la comparaison de la vitesse des impliqués avec la vitesse du trafic est plus riche et plus pertinente. En effet, le décalage de la vitesse d'un impliqué par rapport au trafic illustre un comportement, avec moins d'anticipation par rapport à un événement imprévu, pouvant aussi surprendre d'autres usagers manœuvrant, et un type de conduite parfois offensif, voire agressif.

Nos résultats semblent montrer que le seul respect de la vitesse réglementaire par tous les véhicules permettrait très certainement de réduire la gravité mais n'aurait un impact que sur un nombre limité et certains types d'accidents, notamment ceux où des vitesses extrêmes, très "décalées", sont observées.

Nous avons également constaté que, globalement, les vitesses les plus élevées concentraient la gravité la plus forte, en particulier les cas mortels. Ce constat global masque néanmoins des situations contrastées : selon le type d'accident, l'axiome « vitesse = gravité » n'est pas vérifié, voir inversé, par exemple dans les accidents consécutifs à un état d'hypovigilance d'un conducteur ou sur des intersections de rase-campagne.

Certaines configurations d'accident (« pertes de contrôle de type guidage », intersections de rase-campagne), où les vitesses sont moins "décalées", génèrent une très forte gravité. Sur ce type d'accidents, en particulier ceux liées à l'hypovigilance d'un conducteur, dont le poids est aujourd'hui majeur (tout au moins sur notre échantillon de cas EDA) et qui apparaissent comme "point dur" relativement imperméable aux actions visant à limiter la vitesse, d'autres types d'action sont à envisager.

Plus généralement, le type d'analyse que nous avons réalisé montre également qu'il est très délicat de caractériser une population d'accidents par des moyennes ou des tendances globales qui occultent souvent la complexité et la variété des situations.

5. Partie 2 - Amélioration de la qualité du recueil des données Vitesses dans les EDA

5.1 Objectifs

Dans le cadre du recueil de données EDA, la mesure des vitesses généralement pratiquées sur les sites d'accidents est faite par nos enquêteurs sur quelques mesures avec un pistolet radar. De nouveaux types appareils de mesure sont apparus ; une recherche et des tests sur ce type de matériels disponibles actuellement sur le marché nous semblent intéressants.

D'autre part, la précision de l'évaluation des vitesses d'approche, des vitesses en situation d'accident et des vitesses au choc, résultats des reconstructions cinématiques des accidents, a diminué ces dernières années suite à la généralisation des systèmes de freinage antibloquants (ABS) ; les traces de pneumatiques laissées sur la chaussée lors de la réalisation de freinage d'urgence sont de plus en plus rares. Les moyens de remédier à cet état de fait sont à rechercher dans les possibilités d'accès aux données des enregistreurs dont de plus en plus de véhicules sont équipés. Une investigation sur ce sujet pourrait permettre une évolution technique de notre recueil, en phase avec l'évolution des véhicules et de leur technologie embarquée.

L'objectif de cette deuxième partie est d'identifier ces différents types d'appareils et de tester ceux qui paraissent les plus efficaces et les mieux adaptés à la méthode de recueil des EDA

5.2 Les appareils de mesure des vitesses sur les sites d'accidents

Actuellement, la mesure des vitesses pratiquées sur les sites d'accidents de la base EDA est faite par nos enquêteurs sur une dizaine de mesures seulement avec un pistolet radar. Ces mesures sont effectuées pour chaque véhicule impliqué, sauf si les deux véhicules circulent sur la même infrastructure et dans le même sens...

L'appareil autonome que l'on pourrait disposer et laisser sur le site de l'accident doit permettre d'augmenter le nombre et la durée de mesures, en les faisant par exemple, le même jour, à la même heure, une semaine après le jour de l'accident. La qualité et la rigueur de nos mesures pourraient être ainsi améliorées. De plus, la mesure ponctuelle de trafic avec ce type d'appareil, serait également possible et apporterait un plus.

À noter que, au-delà des enquêtes EDA, ce type d'appareil pourrait nous permettre également de réaliser occasionnellement des études spécifiques sur les vitesses pratiquées.

Notre cahier des charges "idéal" impose les contraintes suivantes :

- facile à mettre en œuvre (sans autorisation spécifique),
- non intrusif (ne présentant aucun danger pour tous les usagers, 2RM, vélo...),
- discret (sans influence sur le comportement des usagers),
- difficile à voler, vandaliser,
- capable de discriminer les poids-lourds, les véhicules de tourisme, les deux-roues motorisés et les vélos.

Un "panorama des différents systèmes de recueil de données de trafic routier" a été réalisé par des équipes du Setra et de différents Cete (devenus depuis CEREMA). Le rapport d'étude (SETRA 2012) décrit clairement les capacités, les avantages et les inconvénients de chaque type de capteurs. Parmi les capteurs non intrusifs les technologies hyperfréquences utilisant l'effet Doppler, ou laser, ou infrarouge semblent les mieux adaptés à nos exigences.

Rencontre avec les équipes du CEREMA Rouen

Une journée d'échange avec l'équipe du *Département des Infrastructures de Transport Multimodales* (DITM) du CEREMA de Rouen, compétente en mesure de vitesses, a été organisée en juillet 2014 dans leurs locaux.

Une campagne de test a été réalisée sur leur site expérimental comportant les installations nécessaires, implantées sur une route ouverte à la circulation. Cette démonstration a permis de comparer en temps réel 4 systèmes de mesure (cf. **Figure 32**) :

- capteur à boucles inductives Sterela,
- capteur à tubes pneumatiques Sterela,
- capteur hyperfréquence à effet Doppler de type Viking+,
- capteur hyperfréquence à effet Doppler de type Mesta 208 utilisé par les forces de l'ordre et considéré ici comme notre référence.

Les deux premiers systèmes de type "à boucles" et "à tubes" appartiennent à la catégorie des capteurs "intrusifs". Leur installation dans/sur la chaussée n'est pas adaptée à notre besoin de campagnes de mesure brèves et facilement déplaçables.

Le radar Mesta 208 utilisé pour les contrôles de vitesse par les forces de l'ordre ne peut être utilisé de façon autonome.

Le radar Viking+ est commercialisé avec un kit de divers types de fixations. Sa mise en œuvre semble relativement aisée. La précision des mesures de vitesses annoncée par l'équipe qui nous a accueillis, et succinctement confirmée au cours de cette démonstration, est de 3 à 5% avec un réglage ordinaire. Elle est peu sensible au réglage de l'angle vertical. En revanche, elle est sensible à la précision du réglage de l'angle horizontal (45° par rapport à l'axe de circulation mesuré). En utilisant une équerre de réglage équipée d'une lunette de

visée, et si la chaussée observée est bien rectiligne, la précision peut être ramenée à 2% (c'est à dire plus ou moins 1%) conformément aux données annoncées par le constructeur.



**Figure 32 : comparaison de différents capteurs de mesure de vitesses
Démonstration sur le site expérimental du DITM - CEREMA de Rouen**

Démonstration capteur Viking+ par la société Sfériel

La société Sfériel a organisé sur notre site de Salon de Provence une démonstration afin de tester à nouveau leur radar Viking+. Elle a permis de nous familiariser avec la mise en œuvre et l'utilisation de ce radar. Nous avons pu évaluer cette fois-ci la capacité du capteur à discriminer les différents types de véhicules. La technique utilisée est basée sur l'évaluation de la Surface Équivalente Radar (SER) qui est corrélée au gabarit du véhicule (surface frontale). Les tests sur site ont permis de vérifier visuellement que les poids-lourds (bus, autocars), les véhicules de tourisme et les deux-roues (vélo et deux-roues motorisés confondus) semblent correctement discriminés.

Adaptation au recueil de données EDA

Le capteur que nous avons retenu, le Viking+ fabriqué par la société Sfériel, présente les avantages suivants :

- Il est non intrusif et relativement facile à mettre en œuvre, en bordure de chaussée, sur un poteau existant ou sur un potelet mobile, et cette intervention peut être faite en sécurité sous circulation,
- son utilisation et son paramétrage paraissent simples,
- sa capacité de discrimination semble suffisante pour pouvoir distinguer les poids-lourds, les véhicules de tourisme et les deux-roues,
- sa précision et son autonomie sont pour nous suffisantes,
- il est plutôt discret.

Ses inconvénients sont

- la précision des mesures de vitesses est sensible à la précision du réglage de l'angle horizontal,
- son utilisation en milieu urbain fortement bâti peut poser des problèmes de mesures,
- son utilisation peut être délicate lorsque le trafic est dense (avec de potentielles remontées de file par des deux-roues),
- la difficulté de le protéger contre le vol ou le vandalisme.

Nous avons fait l'acquisition de ce capteur en septembre 2014. Compte tenu de la charge de travail supplémentaire engendrée par son utilisation pour chaque accident EDA (pour chaque véhicule de chaque accident, sauf même route et même sens de circulation), nous n'avons pas encore statué sur son emploi systématique. Son utilisation pour un EDA impliquant deux véhicules imposerait de retourner 3 fois sur le site de l'accident, au lieu d'une fois actuellement. Le protocole actuel de mesure des vitesses du trafic, par un opérateur effectuant avec un pistolet radar une dizaine de mesures pour chaque véhicule impliqué, est scientifiquement moins satisfaisant, mais beaucoup moins chronophage. Quelle que soit notre décision, ce radar autonome pourra être utilisé pour des campagnes de mesures ponctuelles dans le cadre de recherches thématiques.

5.3 Les appareils de lecture de données contenues dans les calculateurs embarqués dans les véhicules

La reconstruction cinématique d'un accident permet de repositionner dans l'espace et dans le temps chaque véhicule impliqué. L'objectif est de déterminer, à chaque instant clef du déroulement de l'accident (situation d'accident, situation d'urgence - réalisation de manœuvres d'évitement et situation de choc), les "position, vitesse et accélération" de chaque véhicule impliqué. Les trajectoires de chaque mobile sont déterminées à partir des déclarations des conducteurs et des informations relevées sur le site de l'accident : les positions finales, les traces, la position supposée du point de choc, la direction d'approche de chacun. En partant des positions finales de chaque véhicule, nous remontons généralement dans le temps et sur la trajectoire de chacun des véhicules impliqués, par l'application et le calcul d'un enchaînement de séquences cinématiques simples. Les paramètres de ces séquences sont généralement déterminés au regard des traces de pneumatiques relevées sur la chaussée. À titre d'exemple, des traces de pneumatiques sur la chaussée (roues bloquées) indiquent qu'un freinage d'urgence a été réalisé sur toute la longueur de ces traces. La séquence cinématique élémentaire choisie sera un mouvement uniformément décéléré avec une accélération de -8m/s^2 sur une distance correspondant à la longueur des traces...

La généralisation des systèmes de freinage antibloquants (ABS), sur les véhicules du parc automobile français, a fait disparaître la présence de ces traces de pneus sur la chaussée dans la grande majorité des accidents recueillis. La précision de nos reconstructions s'est donc plutôt dégradée ces dernières années.

Certains pays obligent les constructeurs d'automobiles à donner l'accès aux enregistrements (vitesses accélérations...) contenues dans les calculateurs de déclenchement d'airbag ou autres calculateurs embarqués. Pour ce faire, des appareils de lecture sont disponibles sur le marché international.

La **Figure 33** présente un exemple de données recueillies par une équipe de la Sûreté du Québec. Ces données sont contenues dans le calculateur de déclenchement d'airbag après un accident. Ce module garde en mémoire, pour les 5 secondes qui précèdent le choc, des données telles que :

- la vitesse du véhicule
- le régime moteur
- le pourcentage d'accélération
- le pourcentage de freinage
- l'utilisation des ceintures
- etc.

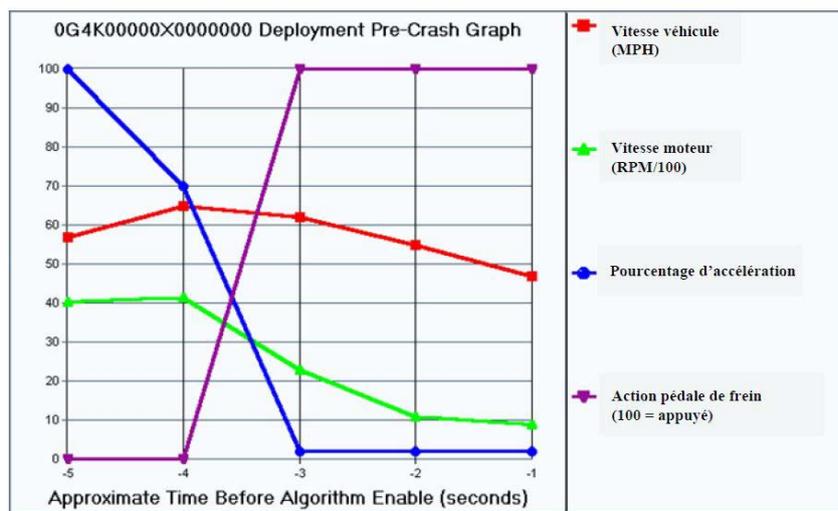


Figure 33 : Exemple de données types recueillies par la Sûreté du Québec

Pour information vous trouverez **Figure 34**, en page suivante, les mises en garde mentionnées dans le livret d'instruction d'une Toyota commercialisée au Québec.

L'objectif de cette partie est donc de faire un état des lieux des appareils de lecture de calculateurs embarqués dans les automobiles, d'en acquérir un et de le tester sur des véhicules accidentés en France. La finalité est d'améliorer la précision des reconstructions d'accidents (vitesses en situation d'accident et au choc) et en fonction de la durée d'enregistrement avant le choc de pouvoir remonter jusqu'à la vitesse d'approche (en amont de la situation d'accident) impossible à déterminer avec précision à ce jour.

Enregistreur de données d'événement

Votre véhicule est équipé d'ordinateurs qui contrôlent et commandent certains aspects. Ces ordinateurs assistent la conduite et garantissent des performances optimales. Outre l'enregistrement des données utiles à la recherche de pannes, un système enregistre également des données en cas d'accident ou d'accident évité. Ce système est appelé EDR (Event Data Recorder – Enregistreur de données événementielles).

L'EDR est placé dans l'ensemble de capteur de coussin de sécurité SRS. En cas d'accident ou d'accident évité, cet appareil enregistre une partie ou l'intégralité des informations suivantes:

- Régime moteur
 - Utilisation ou non de la pédale de frein
 - Vitesse du véhicule
 - Enfoncement de la pédale d'accélérateur
 - Position du levier de sélection de la boîte de vitesses
 - Port ou non de la ceinture de sécurité par le conducteur et le passager avant
-
- Position de conduite
 - Classification d'occupant du passager avant
 - Données de déploiement du coussin de sécurité SRS
 - Données diagnostiques du système de coussin de sécurité SRS

Les informations ci-dessus sont destinées à améliorer les performances du véhicule en matière de sécurité. Contrairement aux enregistreurs de données classiques, l'EDR n'enregistre pas les données sonores telles que les conversations entre les passagers.

Toyota ne communiquera en aucun cas les données enregistrées par un EDR à un tiers, sauf:

- En cas d'accord du propriétaire du véhicule (ou de la société de location si le véhicule est loué)
- En cas de requête officielle de la police ou d'autres autorités
- Si ces informations peuvent être utilisées par Toyota comme preuves à décharge en cas de poursuites judiciaires
- En cas d'ordonnance de la Cour

Toutefois, si nécessaire, Toyota:

- Utilisera ces données dans le cadre de recherches sur les performances de ses véhicules en matière de sécurité
- Communiquera ces données à une tierce partie à des fins de recherche sans dévoiler aucun détail sur le propriétaire du véhicule, et uniquement en cas de nécessité
- Communiquera à des fins de recherche une synthèse des données dépourvue de toute information d'identification du véhicule à une organisation ne faisant pas partie de Toyota.

Figure 34 : Premières pages d'un livret d'instruction d'une Toyota commercialisée au Québec

Entretien avec les équipes du Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre (BEA-TT)

Les équipes du BEA-TT réalisent chaque année environ une dizaine d'enquêtes techniques sur des accidents particulièrement graves. Ces enquêtes ont pour seul objet de prévenir de futurs accidents, en déterminant les circonstances et les causes de l'évènement analysé et en établissant des recommandations de sécurité utiles. Comme nos EDA, elles ne visent pas à déterminer les responsabilités. La réalisation de ces enquêtes consiste principalement à analyser finement les données disponibles dans le procès-verbal de l'accident, dans les rapports d'expertises... Ils procèdent parfois à des recueils de données complémentaires et commandent parfois des expertises supplémentaires. Ils traitent principalement les accidents impliquant des autocars, des poids-lourds et des accidents de passage à niveau.

Pour accéder aux données contenues dans les calculateurs embarqués, ils pratiquent comme les experts judiciaires et commandent, non pas au constructeur du véhicule, mais à l'équipementier fabricant du calculateur, une analyse détaillée de ces données.

Les trois pages suivantes (**Figure 35**) présentent un exemple de compte rendu d'analyse réalisé par l'équipementier Autoliv à la demande d'un expert judiciaire. Cette analyse a été élaborée à partir de la lecture des données contenues dans le calculateur de déclenchement d'airbag.



[Redacted header information]

A/To : [Redacted] -Expert près la Cour d'Appel-

De/From : [Redacted] -AUTOLIV FRANCE-

Copie/Copy: [Redacted] - AUTOLIV FRANCE-

Compte rendu d'analyse calculateur airbag,
Véhicule CITROEN C5 (X7), n° PV [Redacted]
Analyse Autoliv [Redacted]

1. Réclamation :

Véhicule: -Citroën C5 (X7)

Demande analyse : -«Demande d'analyse calculateur airbag suite accident mortel de la circulation du
[Redacted]

Type de
Calculateur airbag : -RC5 X7 (Citroën C5)

N° de châssis véhicule : [Redacted]



2. Analyse calculateur électronique airbag :

- Référence boîtier: [REDACTED]
- Traçabilité du boîtier: [REDACTED]
- Boîtier électronique configuré pour véhicule Citroën C5 (X7).
- Pas de défaut mémorisé.

-2.1 Télégramme de crash frontal TG1 mémorisé :

- 1 entrée en algorithme de crash frontal mémorisée.
 - Capteur safing fermé au moment de l'entrée en algorithme de crash.
 - Déconnexion batterie mémorisée 13 ms après entrée en algorithme de crash..
 - Signal crash output envoyé.
 - Mise à feu enrouleurs pyrotechniques conducteur et passager mémorisée.
 - Mise à feu airbag conducteur mémorisée.
 - Mise à feu airbag passager mémorisée.
 - Mise à feu airbag genoux conducteur mémorisée.
 - Temps de mise à feu enrouleurs pyrotechniques mémorisé : 10 ms.
 - Temps de mise à feu airbag conducteur mémorisé: 10 ms.
 - Temps de mise à feu airbag passager mémorisé : 10 ms.
 - Temps de mise à feu airbag genoux conducteur mémorisé : 10 ms.
 - Vitesse véhicule mémorisée au moment de l'entrée en algorithme de crash : 143,06 km/h.
 - Vitesse véhicule mémorisée 300 ms avant entrée en algorithme de crash : 136,74 km/h.
 - Vitesse véhicule mémorisée 600 ms avant entrée en algorithme de crash : 134,88 km/h.
 - Vitesse véhicule mémorisée 900 ms avant entrée en algorithme de crash : 134,04 km/h.
 - Kilométrage véhicule mémorisé au moment du télégramme de crash: [REDACTED]
 - Nombre d'heures d'utilisation véhicule : [REDACTED]
- (ci-joint tableau récapitulatif des données crash mémorisées)



3. Conclusion

Le calculateur a enregistré un télégramme de crash frontal à la suite d'une sollicitation mécanique (crash véhicule). Durant ce télégramme de crash TG1, le calculateur airbag a ordonné la mise à feu des enrouleurs pyrotechniques, de l'airbag frontal conducteur, de l'airbag frontal passager, ainsi que de l'airbag genoux conducteur.

La vitesse véhicule mémorisée au moment de l'entrée en algorithme de crash est de 143,49 km/h (voir tableau récapitulatif des données crash mémorisées).

Le calculateur airbag RC5 a fonctionné normalement durant cet accident, pas d'anomalie constatée.

-Validé par : 
Directeur / Qualité Europe

Rédigé par : 
Technicien expertise / Qualité Europe



Citroen C5			Valeur en EEPROM	Valeur décodée	
	LIGNE				
TG1	N° de TG		1	1	-
.Crash	Arm delay		0	0	ms
Frontal	Nb crash algo		01	1	1 entrée en algo frontal
	CSH output		1E	-	Crash output envoyé
	CTF ELR	Enrouleurs pyrotechniques	14	10	ms
	CTF AB DR	Airbag conducteur	14	10	ms
	CTF AB PAS	Airbag passager	14	10	ms
	CTF AB Knee	Airbag genoux conducteur	14	10	ms
	Disconnected TG1	Déconnexion batterie	B4	180	ms
	Disc date TG1	Déconnexion batterie	0D	13	ms
	Speed info 0	T0	380d	143,49	Km/h
	Speed info 1	300 ms	356a	136,74	Km/h
	Speed info 2	600 ms	34b0	134,88	Km/h
	Speed info 3	900 ms	345c	134,04	Km/h
	crash date	date crash	000B50AC	1029,9278	Heures
	Mileage before crash	Kilométrage	0008d534	57886,8	Kms

Figure 35 : compte rendu d'analyse de calculateur réalisé par l'équipementier Autoliv à la demande d'un expert judiciaire

Participation à un stage de formation organisé par AAE Innovation

Au mois de mars 2014, la société AAE Innovation a organisé un stage de formation à destination d'experts en accidentologie.

Les domaines couverts par cette formation étaient :

- recueil de données sur le terrain,
- mesure de déformations sur les véhicules,
- recueil d'éléments factuels,
- amélioration des connaissances sur le métier d'accidentologue,
- lecture des données des calculateurs.

C'est ce dernier point qui a motivé notre participation à cette journée de formation. Un crash test a été réalisé en direct au centre CENTAURE de Toulouse.



Figure 36 : Stage de formation organisé par la société AAE Innovation. Mise en place de deux automobiles avant crash test

Peu de temps après le crash test, un technicien a connecté son lecteur de données via une connexion Bluetooth à la prise OBD (On Board Diagnostics ou prise diagnostic) de chaque véhicule. Nous avons constaté qu'il ne peut recueillir que les données sur l'état des prés tenseurs de ceinture de sécurité, et des airbags, et savoir s'ils ont déclenché ou non et dans ce dernier cas s'ils sont toujours en état de fonctionner. Le technicien peut aussi contrôler s'il y a des défauts des systèmes de freinage ABS, de contrôle de trajectoire (ESP), d'injection, etc.... Avec un mot de passe réservé au concessionnaire du véhicule il pourrait corriger un défaut, réinitialiser un module d'airbag. Mais même avec ce mot de passe à aucun moment il n'aurait pu avoir accès aux vitesses enregistrées dans le calculateur d'airbag.



Figure 37 : Stage de formation organisé par la société AAE Innovation, connexion d'un ordinateur sur la prise diagnostic (OBD) pour la lecture des calculateurs après crash test

Bien que cette journée ait été intéressante sur d'autres aspects techniques, il n'en reste pas moins que cette formation n'a pas répondu à nos attentes sur la lecture de calculateurs. Néanmoins un expert automobile nous a communiqué le nom d'une société *Racing Development* spécialisée en reprogrammation de calculateurs d'automobile qui serait susceptible d'avoir les connaissances nécessaires pour lire ce type de calculateurs.

Entretien avec le directeur de la société Racing Development

Nous avons rencontré le directeur de la société *Racing Development* dont l'activité principale est la préparation de voitures de course par modification des programmes de calculateurs d'injection. Leurs compétences en matière de lecture de calculateurs d'airbag ne sont pas vraiment celles que nous recherchons mais potentiellement ils se proposent d'essayer de comparer un calculateur d'airbag d'un véhicule ayant servi à un crash test réalisé à l'Ifsttar (dont la vitesse d'impact est connue), à un calculateur d'airbag du même véhicule "non crashé". La tâche la plus complexe est alors de "décoder" les différences entre les mémoires de ces deux modules afin de retrouver les données que nous recherchons : vitesses d'approche, au choc, etc. Pour augmenter les chances d'aboutir, cette démarche sera réalisée sur trois calculateurs d'airbag ayant été "crashés" à trois vitesses d'impact différentes et toutes connues.

Ce travail de "décodage" est exploratoire et n'a pas abouti à ce jour. De plus en cas de succès, la lecture du calculateur d'airbag ne serait possible que sur des véhicules identiques au modèle étudié ou au mieux sur des véhicules équipés du même calculateur.

L'appareil de lecture BOSCH Crash Data Retrieval

Actuellement, à notre connaissance, seule la société BOSCH commercialise en Europe une valise de lecture de données de reconstruction d'accidents appelée "Crash Data Retrieval". Elle se connecte, selon le type de véhicule, soit à la prise diagnostic (OBD) soit directement sur le calculateur d'airbag par l'intermédiaire d'un câble spécifique à chaque calculateur. À noter que le contrôle des automobiles accidentées, effectué pour les EDA, est réalisé sans aucun démontage, aussi l'accès aux données de crash ne pourrait se faire, pour nous, que via la prise diagnostic (OBD) qui est directement accessible.

Le kit de départ dont nous avons fait l'acquisition est commercialisé 1500€ et le prix de la licence d'utilisation du logiciel est de 900€ par an, incluant les mises à jour du logiciel, notamment l'addition de véhicules nouvellement compatibles.

A priori la liste des constructeurs pour lesquels ce lecteur fonctionne serait :

- Toyota
- Chevrolet
- Honda
- Ford
- Chrysler
- Cadillac
- Acura
- Buick
- Dodge
- Nissan
- Pontiac
- Jeep
- Hummer
- Infiniti
- Oldsmobile
- Fiat
- GMC
- Mercury
- Saturn
- Scion
- Lincoln
- Lexus
- Volvo
- SRT
- BMW
- Rolls Royce
- RAM
- Mercedes-Benz

À ce jour, les véhicules des constructeurs français ne sont pas malheureusement pas compatibles avec ce lecteur, mais cette liste est en constante évolution.

La liste des données disponibles dépend du modèle et de l'année de fabrication du véhicule. La **Figure 38** présente un graphique des données de pré-crash disponibles. Si de telles données sont essentielles pour améliorer la qualité des reconstructions et in fine la compréhension des mécanismes d'accidents, d'autres données sont également disponibles pour l'analyse du choc et la détermination plus fine des mécanismes lésionnels (accélérations pendant le choc, delta-V...). Vous trouverez dans l'**Annexe 4** un exemple de rapport complet tel qu'il est possible d'obtenir avec un véhicule compatible du constructeur Toyota.

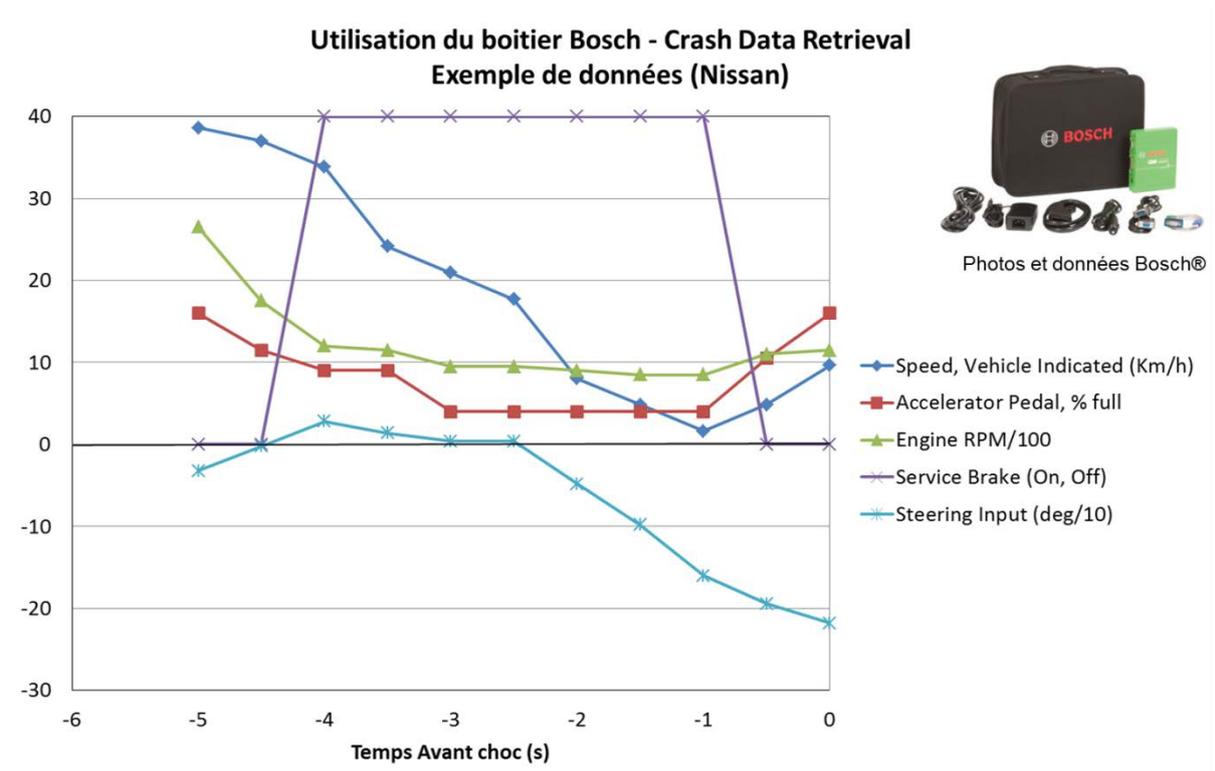


Figure 38 : Exemple de données Pré-crash contenues dans le calculateur d’Airbag d’une Nissan lues avec le système Crash Data Retrieval de Bosch

Des contacts ont été pris et des échanges d'expérience sont prévus avec l'IRCGN (Institut de Recherche Criminelle de la Gendarmerie Nationale). À ce jour, L'IRCGN et l'IFSTTAR sont a priori les deux seules organisations en France à posséder ce système de lecture d'enregistreur de données d'accident. La société, qui commercialise ce système, nous a conseillé de tester en priorité leur lecteur sur des automobiles de marque Toyota, puisqu'il est annoncé comme compatible avec toutes les Toyota commercialisées en France depuis l'année 2001. D'après l'IRCGN sont également compatibles les Peugeot 107 et Citroën C1 deux voitures françaises similaires à la Toyota Aygo. Nous avons donc recherché dans notre secteur d'intervention des véhicules de ce type-là. Malheureusement nous n'avons pas pu à l'heure actuelle trouver dans notre réseau de garage, de telles voitures accidentées. Nous n'avons donc pas pu tester en réel ce lecteur mais cela sera fait prochainement.

En conclusion, les contacts pris avec les principales équipes d'enquêtes détaillées sur les accidents Européennes (Suède et Allemagne) nous laissent penser qu'actuellement, les lecteurs de calculateur embarqué dans les automobiles ne sont pas encore utilisés en Europe pour la recherche en sécurité routière.

Leur utilisation semble toutefois en développement pour les expertises judiciaires.

Nous sommes actuellement en phase "exploratoire" mais le développement de l'usage de ce type de lecteur promet un bel avenir pour la recherche :

- dans le domaine de la sécurité primaire (amélioration des données pour les reconstructions et l'identification des mécanismes d'accidents),
- dans celui de la sécurité secondaire (caractéristiques du choc connues avec précision pour des travaux sur les mécanismes lésionnels).

Dans le cas où l'accès à ce type de données serait rendu obligatoire en Europe ou en France, comme c'est déjà le cas dans certains pays (USA, Canada...), le travail des experts judiciaires serait également grandement facilité, et la fiabilité de leurs expertises serait sensiblement améliorée.

Pour plus d'information vous pouvez consulter le site du constructeur sur les pages internet suivantes :

<http://www.boschdiagnostics.com/TESTEQUIPMENT/CDR/CDR/Pages/CDR.aspx>

ainsi que le site du revendeur pour la France :

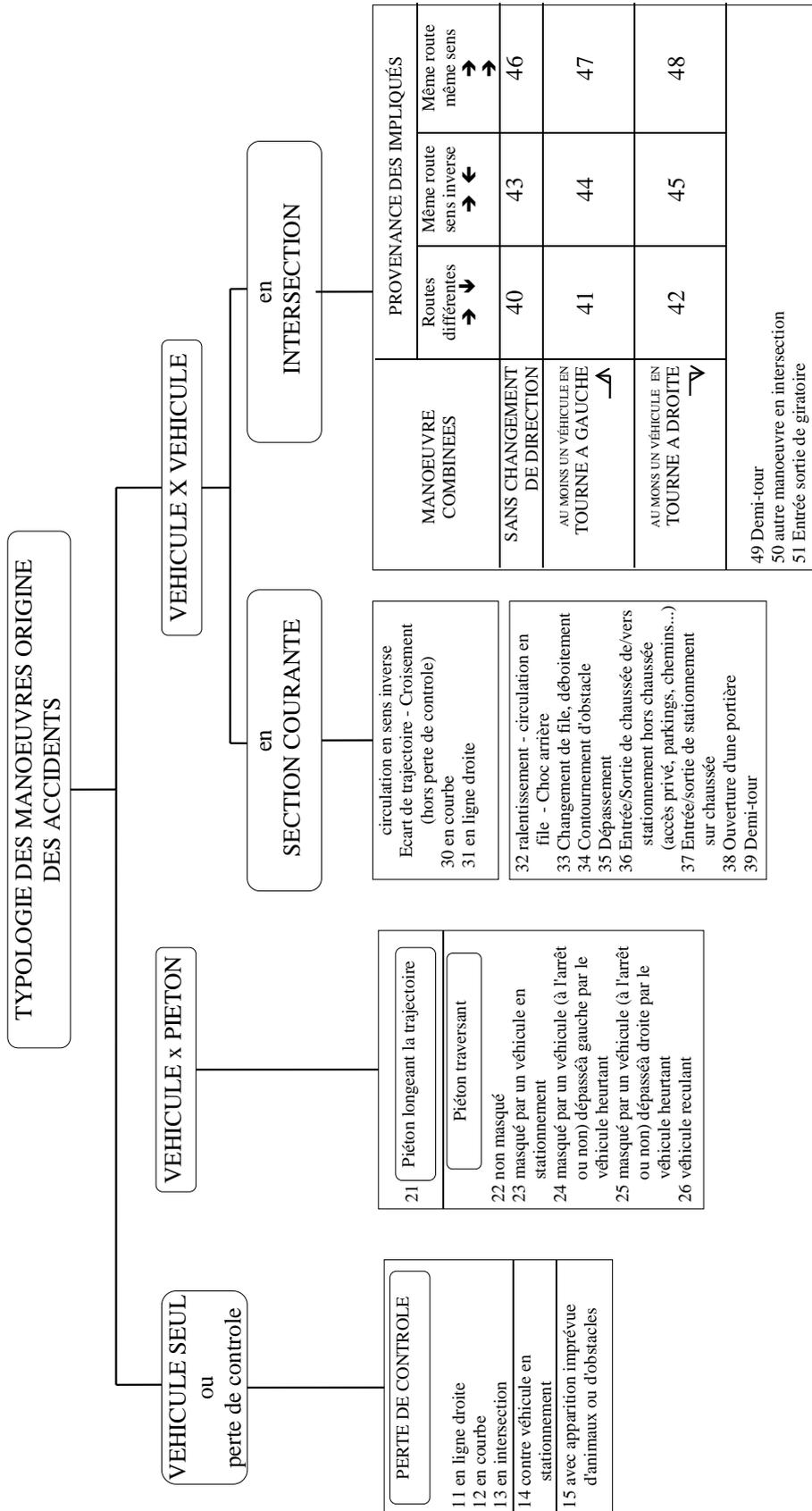
<http://www.ibb-engineering.org/index.php/fr/cdr-system-products-fr>

6. Bibliographie

- AAAM (1990), Association for the Advancement of Automobile Medicine. Abbreviated Injury Scale 90 - traduction Lab Psa /Renault.
- Brenac, T. (1997). L'analyse séquentielle de l'accident de la route. Outils et méthodes INRETS n° 3.
- Brenac, T., Perrin, C., Canu, B., Magnin, J., Canu, A. (2015). Influence of travelling speed on the risk of injury accident: a matched case-control study. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, Vol. 43, No. 3, pp 129-137, 2015. DOI:10.3311/PPtr.7520.
- Carnis, L., Blais, E. (2013). An assessment of the safety effects of the French speed camera program, *Accident analysis and prevention*, 51, ELSEVIER, pp 301-309, DOI:10.1016/j.aap.2012.11.022.
- Clabaux, N., Brenac, T., Perrin, C., Van Elslande, P. (2009). Les accidents en ville liés à la faible conspécuité des motocyclistes. Illustration de l'influence de la vitesse dans leur genèse, à partir des études détaillées d'accidents. *Les Deux-roues motorisés, nouvelles connaissances et besoins de recherche*, 5-6 Mars 2009, Marseille, France, Actes INRETS n°122, INRETS, p99-126.
- Crumiere, F. (2006). L'évolution des vitesses pratiquées. Rapport de stage ENTPE. INRETS.
- Dekkers, M.A. et al. (2006). Séminaire Vitesse : Apports récents de la recherche en matière de vitesse, Actes INRETS n°105, INRETS, 204p.
- Elvik, R. (2009). The power model of the relationship between speed and road safety, update and new analyses. TØI Report 1034. Institute of Transport Economics, Oslo.
- Ferrandez, F. & al. (1995). L'étude détaillée d'accidents orientée vers la sécurité primaire. *Méthodologie de recueil et de pré-analyse*. Presses de l'ENPC, Paris.
- Kloeden, C.N., McLean, A.J., Moore, V.M., Ponte, G. (1997). Travelling speed and the risk of crash involvement. Volumes 1 and 2 (CR172), Federal Office of Road Safety, Transport and Communications, Canberra.
- Kloeden, C.N., Ponte, G., McLean, A.J. (2001). Travelling speed and the risk of crash involvement on rural roads (CR204), Australian Transport Safety Bureau, Canberra.
- Kloeden, C.N., McLean, A.J., Glonek, G. (2002). Reanalysis of travelling speed and the risk of crash involvement in Adelaide South Australia (CR207), Australian Transport Safety Bureau, Canberra.
- Lechner, D. (1986). La reconstitution cinématique des accidents. Rapport de recherche INRETS n° 21.

- Michel, J. (2005). Exploitation des vitesses dans les accidents. Rapport de stage ENTPE. INRETS.
- Michel, J.E., Brenac T., Magnin J., Naude C., Perrin C. (2005) Les Pertes de contrôle en courbe. Rapport INRETS n° 262.
- Michel, J.E. (2007). Environnements routiers et vitesses des véhicules impliqués dans les accidents. Mémoire de Master Professionnel de Géographie, spécialité SIG. Université de Caen-Basse Normandie.
- Nilsson, G. (1982). The effect of speed limits on traffic accidents in Sweden. Report No. 68. Sweden National Road & Traffic Research Institute.
- Nilsson, G. (2004). Traffic Safety dimensions and the power model to describe the effect of speed on safety. Lund bulletin n°221. Lund Institute of Technology.
- OCDE (1984) Programmes intégrés de sécurité routière. Paris.
- OCDE/CEMT (2007). La gestion de la vitesse, Éditions OCDE. DOI : 10.1787/9789282103807-fr.
- SETRA (2012). Panorama des systèmes de recueil de données de trafic routier. Rapport d'études, SETRA Collection "les rapports".
- Van Elslande, P. & al. (2011). Les comportements et leurs déterminants dans l'accidentalité des deux-roues motorisés. Rapport final Projet COMPAR, octobre 2011, Convention Ifsttar/DSCR N 0007202 , Ifsttar , 198p.
- Viallon, V., Laumon, B. (2013). Fractions of fatal crashes attributable to speeding: Evolution for the period 2001–2010 in France. Accident analysis and prevention, 52, ELSEVIER, pp. 250-256, DOI: 10.1016/j.aap.2012.12.024.

ANNEXE 1 – Description de la variable d'analyse "Manœuvre Origine Accident" utilisée dans les EDA



ANNEXE 2 – Distributions des véhicules accidentés selon le type d'accident, de lieu, et la valeur des écarts à la vitesse du trafic (ΔV_t)

Ensemble des Véhicules de Tourisme selon le type d'accident et le niveau de " ΔV_t "

		Véhicules de Tourisme (VT) HORS AGGLOMERATION																			
	Manœuvres-origine	PERTES DE CONTRÔLE ou "véhicule seul"				Interaction PIETON		Interaction/conflit en SECTION COURANTE				Interaction/conflit en INTERSECTION				TOTAL					
		1		2		3		4		5		6		7		8		9			
		Type "guidage" en ligne D, en courbe ou en inter	Type dynamique en courbe	Traversée animaux, obst/ch.	Piétons traversant ou longeant	Circulation Croisement en courbe ou en ligne D	Circulation en file, changt file, dépassmt	Manœuvres entrée/sort chaussée, 1/2 tour	cisaillemt en traversée, en TàG, en TàD	même route avec TàG, 1/2tour											
Tous	VT	78	38%	34	17%	8	4%	0	0%	17	8%	17	8%	15	7%	22	11%	12	6%	203	100%
$\Delta V > 5\text{km/h}$	VT	31	33%	22	23%	3	3%	0	0%	13	14%	6	6%	8	8%	9	9%	3	3%	95	100%
$\Delta V < 5\text{km/h}$	VT	47	44%	12	11%	5	5%	0	0%	4	4%	11	10%	7	6%	13	12%	9	8%	108	100%
		HORS AGGLOMERATION XL																			
Tous	VT	52	44%	13	11%	4	3%	0	0%	2	2%	11	9%	10	9%	15	13%	10	9%	117	100%
$\Delta V > 5\text{km/h}$	VT	20	41%	12	24%	2	4%	0	0%	1	2%	4	8%	4	8%	3	6%	3	6%	49	100%
$\Delta V < 5\text{km/h}$	VT	32	47%	1	1%	2	3%	0	0%	1	1%	7	10%	6	9%	12	18%	7	10%	68	100%
		HORS AGGLOMERATION S																			
Tous	VT	26	30%	21	24%	4	5%	0	0%	15	17%	6	7%	5	6%	7	8%	2	2%	86	100%
$\Delta V > 5\text{km/h}$	VT	11	24%	10	22%	1	2%	0	0%	12	26%	2	4%	4	9%	6	13%	0	0%	46	100%
$\Delta V < 5\text{km/h}$	VT	15	38%	11	28%	3	8%	0	0%	3	8%	4	10%	1	3%	1	3%	2	5%	40	100%

Véhicules de tourisme (VT) et Motos (MTL et MTT) hors agglomération.

		Véhicules de Tourisme (VT) HORS AGGLOMERATION																			
Manœuvres-origine	PERTES DE CONTRÔLE ou "véhicule seul"						Interaction PIETON		Interaction/conflit en SECTION COURANTE						Interaction/conflit en INTERSECTION				TOTAL		
	1		2		3		4		5		6		7		8		9				
	Type "guidage" en ligne D, en courbe ou en inter	Type dynamique en courbe	Traversée animaux, obst./ch.		Piétons traversant ou longeant		Circulation Croisement en courbe ou en ligne D		Circulation en file, changt file, dépassmt		Manœuvres entrée/sort chaussée , 1/2 tour		cisaillemt en traversée, en TàG, en TàD		même route avec TàG, 1/2tour						
VT	78	38%	34	17%	8	4%	0	0%	17	8%	17	8%	15	7%	22	11%	12	6%	203	100%	
ΔV > 5km/h	nb	%	nb	%	nb	%			nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	
	31	40%	22	65%	3	38%			13	76%	6	35%	8	53%	9	41%	3	25%	95	47%	
	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ			Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	
	15	7	20	12	13	5			16	5	19	14	13	7	20	10	13	4	16,8	9,2	
ΔV>5km/h	VT	31	33%	22	23%	3	3%	0	0%	13	14%	6	6%	8	8%	9	9%	3	3%	95	100%
ΔV<5km/h	VT	47	44%	12	11%	5	5%	0	0%	4	4%	11	10%	7	6%	13	12%	9	8%	108	100%
		Motos HORS AGGLOMERATION																			
Manœuvres-origine	PERTES DE CONTRÔLE ou "véhicule seul"						Interaction PIETON		Interaction/conflit en SECTION COURANTE						Interaction/conflit en INTERSECTION				TOTAL		
	1		2		3		4		5		6		7		8		9				
	Type "guidage" en ligne D, en courbe ou en inter	Type dynamique en courbe	Traversée animaux, obst./ch.		Piétons traversant ou longeant		Circulation Croisement en courbe ou en ligne D		Circulation en file, changt file, dépassmt		Manœuvres entrée/sort chaussée , 1/2 tour		cisaillemt en traversée, en TàG, en TàD		même route avec TàG, 1/2tour						
Motos	4	18%	4	18%	0	0%	1	5%	2	9%	3	14%	2	9%	4	18%	2	9%	22	100%	
ΔV > 5km/h	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	
	2	50%	4	100%	0	#####	0	0%	1	50%	3	100%	1	50%	2	50%	0	0%	13	59%	
	Moy*	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	
	11	0	30	13,3					8		24	14,6	29		10	0			21	13,6	

* Vsa <= VR

Véhicules de tourisme (VT) et Motos (MTL et MTT) en agglomération.

		Véhicules de Tourisme (VT) EN AGGLOMERATION																			
Manœuvres-origine	PERTES DE CONTRÔLE ou "véhicule seul"						Interaction PIETON		Interaction/conflit en SECTION COURANTE				Interaction/conflit en INTERSECTION				TOTAL				
	1		2		3		4		5		6		7		8		9				
	Type "guidage" en ligne D, en courbe ou en inter	Type dynamique en courbe	Traversée animaux, obst/ch.		Piétons traversant ou longeant		Circulation Croisement en courbe ou en ligne D		Circulation en file, changt file, dépassmt		Manœuvres entrée/sort chaussée, 1/2 tour		cisaillemt en traversée, en TàG, en TàD		même route avec TàG, 1/2tour						
VT	13	22%	5	8%	1	2%	11	19%	1	2%	4	7%	4	7%	15	25%	5	8%	59	100%	
ΔV > 5km/h	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	
	8	62%	5	100%	0	0%	1	9%	0	0%	2	50%	1	25%	8	53%	4	80%	29	49%	
	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	
	30	23	19	9			1				27	17	13		21	9	14	6	21,8	15,8	
ΔV > 5km/h	VT	8	28%	5	17%	0	0%	1	3%	0	0%	2	7%	1	3%	8	28%	4	14%	29	100%
ΔV < 5km/h	VT	5	17%	0	0%	1	3%	10	33%	1	3%	2	7%	3	10%	7	23%	1	3%	30	100%
		Motos EN AGGLOMERATION																			
Manœuvres-origine	PERTES DE CONTRÔLE ou "véhicule seul"						Interaction PIETON		Interaction/conflit en SECTION COURANTE				Interaction/conflit en INTERSECTION				TOTAL				
	1		2		3		4		5		6		7		8		9				
	Type "guidage" en ligne D, en courbe ou en inter	Type dynamique en courbe	Traversée animaux, obst/ch.		Piétons traversant ou longeant		Circulation Croisement en courbe ou en ligne D		Circulation en file, changt file, dépassmt		Manœuvres entrée/sort chaussée, 1/2 tour		cisaillemt en traversée, en TàG, en TàD		même route avec TàG, 1/2tour						
Motos	3	12%	2	8%	0	0%	1	4%	1	4%	5	19%	7	27%	4	15%	3	12%	26	100%	
ΔV > 5km/h	nb	%	nb	%			nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	
	1	33%	2	100%			1	100%	1	100%	2	40%	5	71%	2	50%	1	33%	15	58%	
	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ			Moy*	E-Typ	Moy*	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy*	E-Typ	Moy*	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	
	20		36				10		30		58	19	11	2	11	2	12		22,5	18	
* Vsa <= VR																					
ΔV > 5km/h	Motos	1	7%	2	13%	0	0%	1	7%	1	7%	2	13%	5	33%	2	13%	1	7%	15	100%
ΔV < 5km/h	Motos	2	18%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	3	27%	2	18%	2	18%	2	18%	11	100%

Motos (MTL et MTT) en et hors agglomération

		Motos																		
Manœuvres-origine	PERTES DE CONTRÔLE ou "véhicule seul"				Interaction PIETON		Interaction/conflit en SECTION COURANTE						Interaction/conflit en INTERSECTION				TOTAL			
	1		2		3		4		5		6		7		8		9			
	Type "guidage" en ligne D, en courbe ou en inter		Type dynamique en courbe		Traversée animaux, obst/ch.		Piétons traversant ou longeant		Circulation Croisement en courbe ou en ligne D		Circulation en file, changt file, dépassmt		Manœuvres entrée/sort chaussée, 1/2 tour		cisaillemt en traversée, en TàG, en TàD		même route avec TàG, 1/2tour			
Motos TOUS ENVIRONNEMENTS																				
Motos	7	15%	6	13%	0	0%	2	4%	3	6%	8	17%	9	19%	8	17%	5	10%	48	100%
ΔV > 5	nb	%	nb	%			nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%
	3	43%	6	100%			1	50%	2	67%	5	63%	6	67%	4	50%	1	20%	28	58%
	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ			Moy*	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy*	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ
km/h	14	4	32	13			10		19	11	38	25	14	7	10	2	12		21,8	16,3
Motos HORS AGGLOMERATION																				
Motos	4	18%	4	18%	0	0%	1	5%	2	9%	3	14%	2	9%	4	18%	2	9%	22	100%
ΔV > 5	nb	%	nb	%			nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%
	2	50%	4	100%			0	0%	1	50%	3	100%	1	50%	2	50%	0	0%	13	59%
	Moy*	E-Typ	Moy	E-Typ			Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ
km/h	11	0	30	13,3					8		24	14,6	29		10	0			21	13,6
Motos EN AGGLOMERATION																				
Motos	3	12%	2	8%	0	0%	1	4%	1	4%	5	19%	7	27%	4	15%	3	12%	26	100%
ΔV > 5	nb	%	nb	%			nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%
	1	33%	2	100%			1	100%	1	100%	2	40%	5	71%	2	50%	1	33%	15	58%
	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ			Moy*	E-Typ	Moy*	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy*	E-Typ	Moy*	E-Typ	Moy	E-Typ	Moy	E-Typ
km/h	20		36				10		30		58	19	11	2	11	2	12		22,5	18

* Vsa <= VR

ANNEXE 3 – Taux de recouvrement accidenthèque EDA / Procès-verbaux d'Accident

La base de données EDA contient une variable "Numéro de PV". L'observation de cette variable montre que sur le secteur d'enquête des EDA (20km environ autour de l'agglomération de Salon de Provence et ville d'Aix-en-Provence pour les années 1999-2004) beaucoup d'accidents corporels n'ont pas donné lieu à l'élaboration d'un procès-verbal d'accident par les forces de l'ordre.

	Effectif EDA	Taux de recouvrement EDA / PV
Accident mortel	9	100%
Accident blessé grave	64	48%
Accident blessé léger	364	7%
Accident matériel	36	0%
Total	473	

Tableau 18: Taux de recouvrement EDA / PV Accident selon la gravité de l'accident

Le **Tableau 18** présenté ci-dessus montre les taux de recouvrement selon la gravité globale de l'accident

On constate que 100% des accidents mortels ont un PV correspondant. Ce taux de recouvrement passe à 48% lorsqu'il y a au moins un blessé grave et à 7% pour les accidents avec uniquement des blessés légers.

Le critère utilisé par nos enquêteurs pour définir un blessé léger est : "personne ayant transité par l'hôpital". Ce critère n'est qu'approximatif puisque parfois des personnes légèrement blessées refusent d'être transportées par les services de secours (elles consultent parfois ultérieurement sans que nous le sachions) et d'autres apparemment indemnes exigent d'être transportées à l'hôpital et sont souvent déclarées indemnes médicalement vérifiées. Ceci explique en partie la présence de cas d'accidents pouvant être qualifiés de "matériels" dans l'accidenthèque EDA. Le critère de définition d'un blessé grave est théoriquement : "toute personne hospitalisée". La fiabilité de ce critère doit être relativement correcte mais pas non plus parfaite.

Si l'on exclut les 36 accidents "matériels" présents dans l'accidenthèque EDA, seulement 16 % des accidents corporels restants ont donné lieu à l'établissement d'un procès-verbal d'accident par les forces de l'ordre.

	Effectif EDA (Hors accidents matériels)	Taux de recouvrement EDA / PV
Accident impliquant au moins un piéton	26	23%
Accident impliquant un VL ou PL seul	141	9%
Accident impliquant Deux-roues seul	43	7%
Accident impliquant plusieurs véhicules	227	21%
Total	437	

Tableau 19: Taux de recouvrement EDA / PV Accident selon le type et le nombre d'impliqué

Le **Tableau 19** présenté ci-dessus montre que les accidents impliquant un seul véhicule sont plus sous représentés dans les PV que ceux en impliquant plusieurs (ou un véhicule et un piéton).

ANNEXE 4 – Exemple de rapport d'accident donné par le système de lecture de calculateur d'Airbag Bosch *Crash Data Retrieval* disponible pour certains modèles de voitures



IMPORTANT NOTICE: Robert Bosch LLC and the manufacturers whose vehicles are accessible using the CDR System urge end users to use the latest production release of the Crash Data Retrieval system software when viewing, printing or exporting any retrieved data from within the CDR program. Using the latest version of the CDR software is the best way to ensure that retrieved data has been translated using the most current information provided by the manufacturers of the vehicles supported by this product.

CDR File Information

User Entered VIN/Frame Number	JT3ME3FV37Z*****
User	
Case Number	
EDR Data Imaging Date	06/14/2011
Crash Date	
Filename	SAMPLE_TOYOTA.CDRX
Saved on	Tuesday, June 14 2011 at 17:49:44
Collected with CDR version	Crash Data Retrieval Tool 4.0
Reported with CDR version	Crash Data Retrieval Tool 14.2
EDR Device Type	Airbag Control Module
Event(s) recovered	Front/Rear (1), Side (1), Rollover (1)

Comments

Vehicle: 2007 Toyota Rav4
Cable used: F00K108815

Data Limitations

CDR Record Information:

- Due to limitations of the data recorded by the airbag ECU, such as the resolution, data range, sampling interval, time period of the recording, and the items recorded, the information provided by this data may not be sufficient to capture the entire crash.
- Pre-Crash data is recorded in discrete intervals. Due to different refresh rates within the vehicle's electronics, the data recorded may not be synchronous to each other.
- Airbag ECU data should be used in conjunction with other physical evidence obtained from the vehicle and the surrounding circumstances.
- If the airbags did not deploy or the pretensioners did not operate during an event that meets a specified recording threshold, it is called a Non-Deployment Event. Data from a Non-Deployment Event can be overwritten by a succeeding event that meets the specified recording threshold. If the airbag(s) deploy or the pretensioners are operated, it is called a Deployment Event. Deployment Event data cannot be overwritten or deleted by the airbag ECU following that event.
- If power supply to the airbag ECU is lost during an event, all or part of the data may not be recorded.
- "Diagnostic Trouble Codes" are information about faults when a recording trigger is established. Various diagnostic trouble codes could be set and recorded due to component or system damage during an accident.
- The airbag ECU records only diagnostic information related to the airbag system. It does not record diagnostic information related to other vehicle systems.
- The TaSCAN, Global TechStream, or Intelligent Tester II devices (or any other Toyota genuine diagnostic tool) can be used to obtain detailed information on the diagnostic trouble codes from the airbag system, as well as diagnostic information from other systems. However, in some cases, the diagnostic trouble codes of the airbag system recorded by the airbag ECU when the event occurred may not match the diagnostic trouble codes read out when the diagnostic tool is used.

General Information:

- The data recording specifications of Toyota's airbag ECUs are divided into the following seven categories. The specifications for 12EDR or later are designed to be compatible with NHTSA's 49CFR Part 563 rule.
- 00EDR / 02EDR / 04EDR / 06EDR / 10EDR / 12EDR / 13EDR
- The airbag ECU records data for all or some of the following accident types: frontal crash, rear crash, side crash, and rollover events. Depending on the installed airbag ECU, data for side crash and/or rollover events may not be recorded.
- This airbag ECU records post-crash data, and depending on the airbag ECU, may record pre-crash data.
- If a single event occurs independently, the data for that event is recorded on a one-to-one basis.
- If multiple events occur successively (within a period of approximately 500ms), the establishment of the recording trigger for the first event is defined as the "pre-crash recording trigger". Pre-crash data for the first event and post-crash data for each successive event is then recorded.
- The airbag ECU has two recording pages (memory maps) to store pre-crash data. Additionally, to store post-crash data, the airbag ECU has two recording pages for each accident type: two pages for frontal and rear crash, two pages for a side crash, and two pages for rollover event.
- The data recorded by the airbag ECU includes correlating information between each previously occurring event (i.e., information that clarifies the collision event sequence. This correlation information consists of the following items.
- Time from Previous Pre-Crash TRG
- Linked Pre-Crash Page
- Time from Pre-Crash TRG
- TRG Count
- Previous Crash Type
- The point in time at which the recording trigger is established is regarded as time zero for the recorded data.
- The recording trigger judgment threshold value differs depending on the collision type (i.e., frontal crash, rear crash, side crash, or rollover event).



- Some of the data recorded by the airbag ECU is transmitted to the airbag ECU from various vehicle control modules by the vehicle's Controller Area Network (CAN).
- In some cases, the airbag ECU part number printed on the ECU label may not match the airbag ECU part number that the CDR tool reports. The part number retrieved by the CDR tool should be considered as the official ECU part number.

Data Element Sign Convention:

The following table provides an explanation of the sign notation for data elements that may be included in this CDR report.

Data Element Name	Positive Sign Notation Indicates
Max. Longitudinal Delta-V	Forward
Longitudinal Delta-V	Forward
Max. Lateral Delta-V , B-Pillar Sensor	Outside to Inside
Max. Lateral Delta-V , C-Pillar Sensor	Outside to Inside
Max. Lateral Delta-V , Slide Door Sensor	Outside to Inside
Lateral Delta-V , B-Pillar Sensor	Outside to Inside
Lateral Delta-V , C-Pillar Sensor	Outside to Inside
Lateral Delta-V , Slide Door Sensor	Outside to Inside
Lateral Delta-V , Airbag ECU Sensor	Left to Right
Roll Angle Peak	Clockwise Rotation
Roll Angle	Clockwise Rotation
Lateral Acceleration , Airbag ECU Sensor *	Right to Left

* For sensing a rollover

Data Definitions:

- 1)
 - The "ON" setting for the "Freeze Signal" indicates a state in which the non-volatile memory can not be overwritten or deleted by the airbag ECU. After "Freeze Signal" has been turned ON, subsequent events will not be recorded.
 - "Recording Status" indicates a state in which all recorded event data has been written into the non-volatile memory, or a state in which this process was interrupted and not fully written into the non-volatile memory. If "Recording Status" is "Incomplete", recorded event data may not be valid.
 - "Time to Deployment Command" indicates the time between recording trigger establishment and the determination of airbag deployment. This value may differ from the actual time it takes for the airbag to fully deploy.
 - Even if an airbag/pretensioner did not deploy due to the "front passenger airbag disable switch and/or "RSCA Disable Switch" in the ON position or other disabling criteria are met, the "Time to deployment command" data element for that airbag/pretensioner may still be recorded.
 - "Engine RPM" indicates the number of engine revolutions, not the number of motor revolutions. The recorded value has an upper limit of 5,200 rpm. Resolution is 400 rpm and the value is rounded down and recorded. For example, if the actual engine speed is 799 rpm, the recorded value will be 400 rpm.
 - The upper limit for the recorded "Vehicle Speed" value is 122 km/h (75.8mph). Resolution is 2km/h (1.2mph) and the value is rounded down and recorded. The accuracy of the "Vehicle Speed" value can be affected by various factors. These include, but not limited, to the following.
 - Significant changes in the tire's rolling radius
 - Wheel lock and wheel slip
 - "Accelerator Rate" value is recorded as a voltage. The voltage increases as the driver depresses the accelerator.
 - The "Drive" setting for the "Shift Position" value indicates the shift position state is other than "R,"(Reverse), "N" (Neutral), or "P" (Park). If sequential shift had been used, "Invalid" may be displayed.
 - Depending on the type of occupant sensor installed in the vehicle, one of the following three recording formats for "Occupancy Status, Passenger" will be utilized.
 - Occupied / Not Occupied
 - Adult / Child / Not Occupied
 - AM50 / AF05 / Child / Not Occupied
 - Resolution of the "Air Bag Warning Lamp ON Time Since DTC was Set" is 15 minutes, and the value is rounded down and recorded.
 - "Longitudinal Delta-V" indicates the change in forward speed after establishment of the recording trigger. This does not refer to vehicle speed, and it does not include the change in speed during the period from the start of the actual collision to establishment of the recording trigger.
 - Depending on the specifications, "Roll Angle peak" can be recorded as absolute value.
 - "Roll Angle peak" may not always match the peak value within the "Roll Angle" sampling points due to differences in data calculation method.
 - For "Lateral Delta-V", the sensor location (B-pillar, front door, C-pillar, and slide door) shows the outline of a typical sensor position. Sensory location can be confirmed using the repair manual.
 - "Time from Previous Pre-Crash TRG" indicates the time between the establishment of an event's pre-crash recording trigger to the establishment of a more recent event's pre-crash recording trigger. The upper limit for the recorded value is 16,381 milliseconds. In the event of establishment of the first pre-crash recording trigger after the ignition is switched ON, the upper limit value(max value) is recorded.
 - "TRG Count" indicates a calculated value of the number of times recording triggers have been established for all crash types. The sequence in which each event occurred can be verified from the "TRG Count". The smaller the "TRG Count" value, the older the data. The upper limit for the recorded value is 65,533 times. When more than one event reaches the upper limit, the actual "TRG Count" may be greater than what is displayed for that event.
 - "Linked Pre-Crash Page" is used to link "paged" pre-crash data with "paged" post-crash data. When old pre-crash data is overwritten by new pre-crash data, the "Linked Pre-Crash Page" value may record a page number that is not actually linked.
 - Resolution of the "Time from Pre-Crash to TRG" is 100 [ms], and the value is rounded down and recorded.



System Status at Time of Retrieval

ECU Part Number	89170-42251
ECU Generation	04EDR
Recording Status, All Pages	Complete
Freeze Signal	ON
Freeze Signal Factor	Front Airbag Deployment Front Pretensioner Deployment
Diagnostic Trouble Codes Exist	No
Time from Previous Pre-Crash TRG (msec)	16381 or greater
Latest Pre-Crash Page	0
Contains Unlinked Pre-Crash Data	No

Event Record Summary at Retrieval

Events Recorded	TRG Count	Crash Type	Time (msec)	Pre-Crash & DTC Data Recording Status	Event & Crash Pulse Data Recording Status
Most Recent Event	3	Rollover	0	Complete (Page 0)	Complete (Rollover Page 0)
1st Prior Event	2	Front/Rear Crash	-9	Complete (Page 0)	Complete (Front/Rear Page 0)
2nd Prior Event	1	Side Crash	-11	Complete (Page 0)	Complete (Side Page 0)

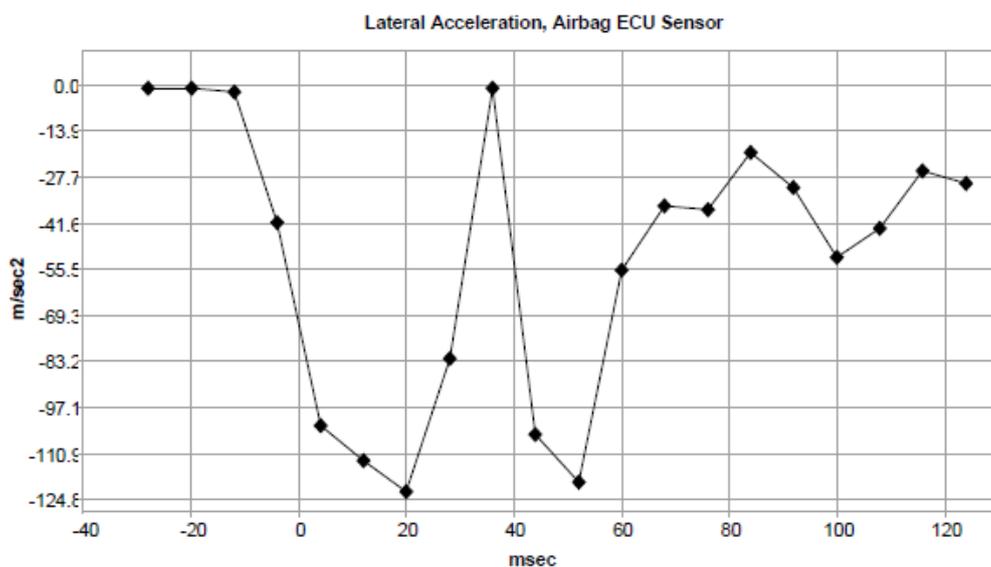
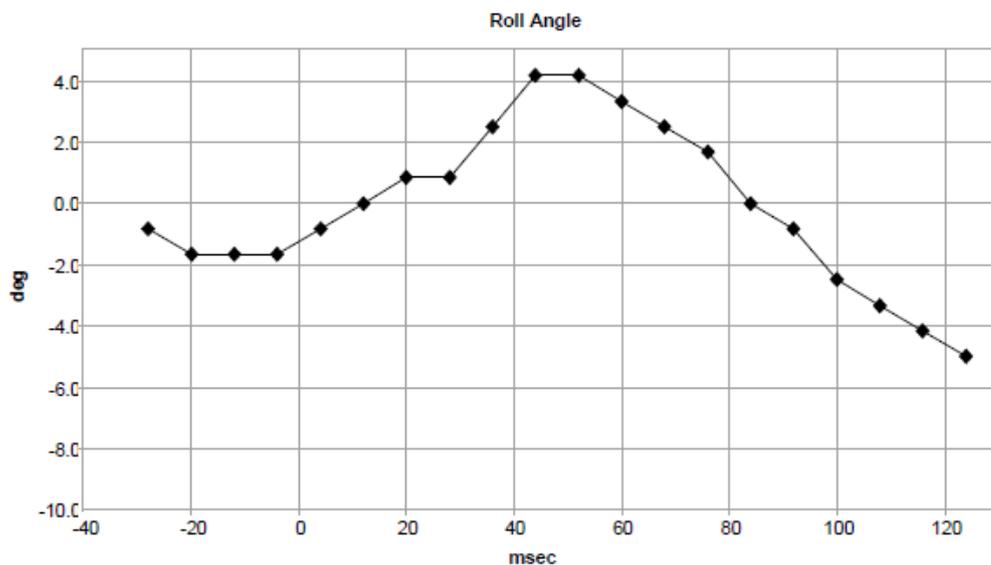
System Status at Event (Most Recent Event, TRG 3)

Recording Status, Rollover Crash Info.	Complete
Crash Type	Rollover
TRG Count (times)	3
Previous Crash Type	Frontal/Rear
Time from Pre-Crash TRG (msec)	11
Linked Pre-Crash Page	0
Time to Deployment Command, Rollover Airbag (msec)	Not Commanded



Rollover Crash Pulse (Most Recent Event, TRG 3 - table 1 of 2)

Recording Status, Time Series Data	Complete
Time from TRG to Next Sample (msec)	4
Roll Angle Peak (degrees)	4.8





Rollover Crash Pulse (Most Recent Event, TRG 3 - table 2 of 2)

Time (msec)	Roll Angle (degrees)	Lateral Acceleration, Airbag ECU Sensor (m/sec^2)
-28	-0.8	-1.0
-20	-1.7	-1.0
-12	-1.7	-1.9
-4	-1.7	-41.2
4	-0.8	-102.5
12	0.0	-113.0
20	0.8	-122.6
28	0.8	-82.4
36	2.5	-1.0
44	4.2	-105.3
52	4.2	-119.7
60	3.3	-55.5
68	2.5	-36.4
76	1.7	-37.4
84	0.0	-20.1
92	-0.8	-30.6
100	-2.5	-51.7
108	-3.3	-43.1
116	-4.2	-25.9
124	-5.0	-29.7

DTCs Present at Time of Event (Most Recent Event, TRG 3)

Recording Status, Diagnostic	Complete
Ignition Cycle Since DTC was Set (times)	0
Airbag Warning Lamp ON Time Since DTC was Set (min)	0
Diagnostic Trouble Codes	None

Pre-Crash Data, 1 Sample (Most Recent Event, TRG 3)

Recording Status, Pre-Crash/Occupant	Complete
Time from Pre-Crash to TRG (msec)	900
Buckle Switch, Driver	Buckled
Buckle Switch, Passenger	Buckled
Occupancy Status, Passenger	AM50
Seat Position, Driver	Rearward
Shift Position	Drive

Pre-Crash Data, -5 to 0 seconds (Most Recent Event, TRG 3)

Time (sec)	-4.9	-3.9	-2.9	-1.9	-0.9	0 (TRG)
Vehicle Speed (MPH [km/h])	39.8 [64]	39.8 [64]	39.8 [64]	39.8 [64]	39.8 [64]	39.8 [64]
Brake Switch	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Accelerator Rate (V)	1.09	1.09	1.13	1.21	1.21	1.21
Engine RPM (RPM)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600

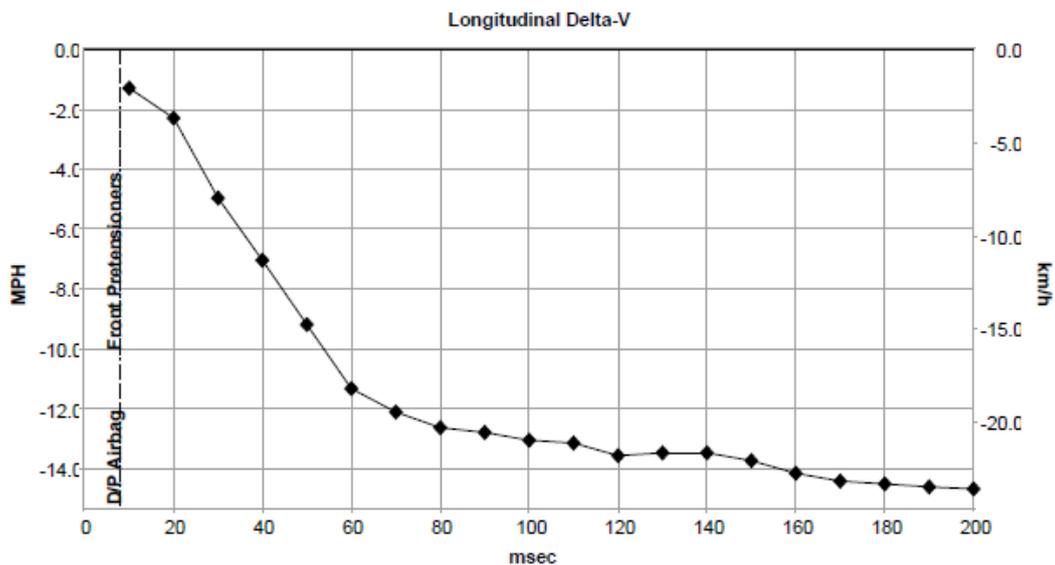
System Status at Event (1st Prior Event, TRG 2)

Recording Status, Front/Rear Crash Info.	Complete
Crash Type	Front/Rear Crash
TRG Count (times)	2
Previous Crash Type	Side
Time from Pre-Crash TRG (msec)	2
Linked Pre-Crash Page	0
Time to Deployment Command, Front Airbag, Driver (msec)	8
Time to Deployment Command, Front Airbag, Passenger (msec)	8
Event Severity Status, Driver	Level 3
Event Severity Status, Passenger	Level 3
Time to Deployment Command, Pretensioner (msec)	8



Longitudinal Crash Pulse (1st Prior Event, TRG 2 - table 1 of 2)

Recording Status, Time Series Data	Complete
Max Longitudinal Delta-V (MPH [km/h])	-14.7 [-23.6]



Longitudinal Crash Pulse (1st Prior Event, TRG 2 - table 2 of 2)

Time (msec)	Longitudinal Delta-V (MPH [km/h])
10	-1.3 [-2.1]
20	-2.3 [-3.7]
30	-5.0 [-8.0]
40	-7.0 [-11.3]
50	-9.2 [-14.8]
60	-11.3 [-18.2]
70	-12.1 [-19.4]
80	-12.6 [-20.3]
90	-12.8 [-20.5]
100	-13.0 [-21.0]
110	-13.1 [-21.1]
120	-13.5 [-21.8]
130	-13.5 [-21.7]
140	-13.5 [-21.7]
150	-13.7 [-22.1]
160	-14.1 [-22.8]
170	-14.4 [-23.2]
180	-14.5 [-23.3]
190	-14.6 [-23.4]
200	-14.7 [-23.6]



DTCs Present at Time of Event (1st Prior Event, TRG 2)

Recording Status, Diagnostic	Complete
Ignition Cycle Since DTC was Set (times)	0
Airbag Warning Lamp ON Time Since DTC was Set (min)	0
Diagnostic Trouble Codes	None

Pre-Crash Data, 1 Sample (1st Prior Event, TRG 2)

Recording Status, Pre-Crash/Occupant	Complete
Time from Pre-Crash to TRG (msec)	900
Buckle Switch, Driver	Buckled
Buckle Switch, Passenger	Buckled
Occupancy Status, Passenger	AM50
Seat Position, Driver	Rearward
Shift Position	Drive

Pre-Crash Data, -5 to 0 seconds (1st Prior Event, TRG 2)

Time (sec)	-4.9	-3.9	-2.9	-1.9	-0.9	0 (TRG)
Vehicle Speed (MPH [km/h])	39.8 [64]	39.8 [64]	39.8 [64]	39.8 [64]	39.8 [64]	39.8 [64]
Brake Switch	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Accelerator Rate (V)	1.09	1.09	1.13	1.21	1.21	1.21
Engine RPM (RPM)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600

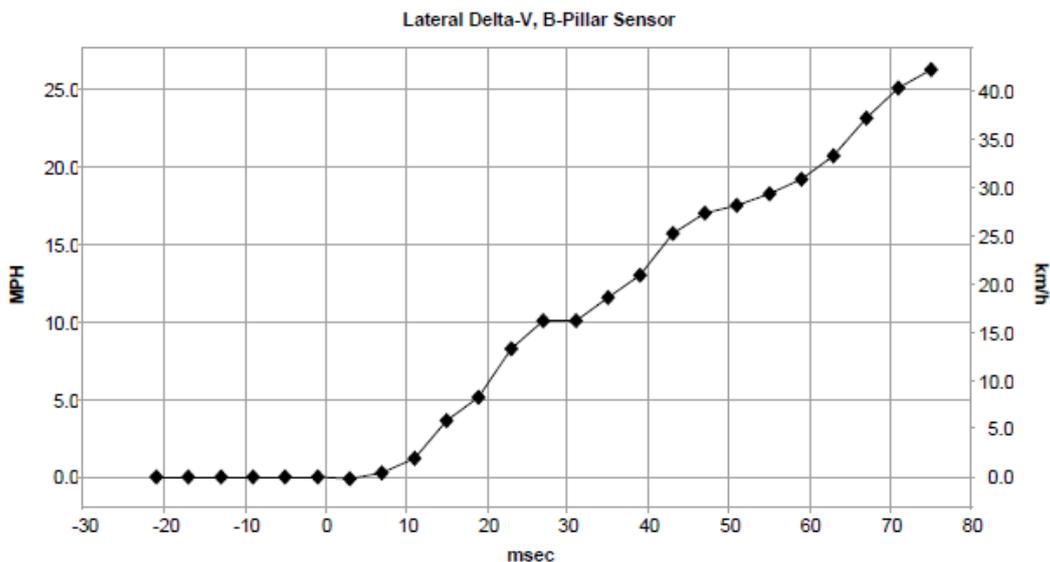
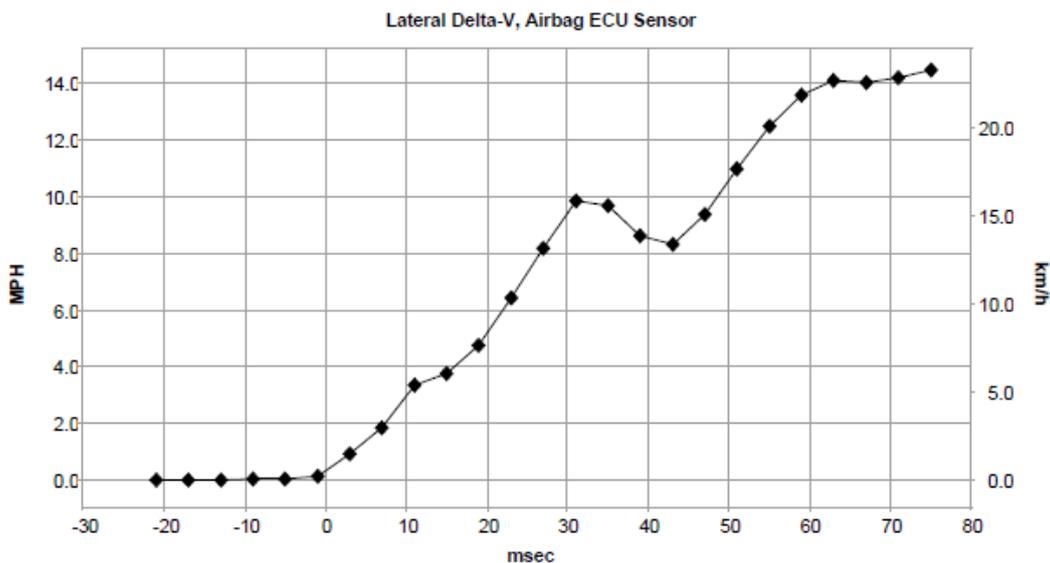
System Status at Event (2nd Prior Event, TRG 1)

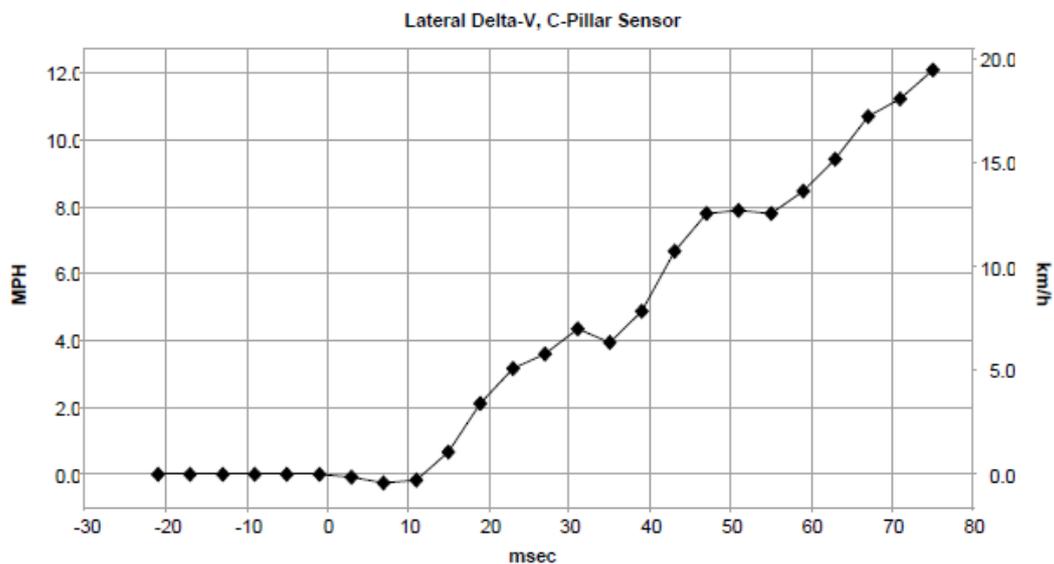
Recording Status, Side Crash Info.	Complete
Crash Type	Side Crash
TRG Count (times)	1
Recorded Side	Driver's Side
Previous Crash Type	No Event
Time from Pre-Crash TRG (msec)	0
Linked Pre-Crash Page	0
Time to Deployment Command, B-Pillar Sensor (msec)	Not Commanded
Time to Deployment Command, C-Pillar Sensor (msec)	Not Commanded



Lateral Crash Pulse (2nd Prior Event, TRG 1 - table 1 of 2)

Recording Status, Time Series Data	Complete
Time from TRG to Next Sample (msec)	3
Max Lateral Delta-V, B-Pillar Sensor (MPH [km/h])	26.2 [42.2]
Max Lateral Delta-V, C-Pillar Sensor (MPH [km/h])	12.1 [19.4]





Lateral Crash Pulse (2nd Prior Event, TRG 1 - table 2 of 2)

Time (msec)	Lateral Delta-V, Airbag ECU Sensor (MPH [km/h])	Lateral Delta-V, B-Pillar Sensor (MPH [km/h])	Lateral Delta-V, C-Pillar Sensor (MPH [km/h])
-21	0.0 [0.0]	0.0 [0.0]	0.0 [0.0]
-17	0.0 [0.0]	0.0 [0.0]	0.0 [0.0]
-13	0.0 [0.0]	0.0 [0.0]	0.0 [0.0]
-9	0.0 [0.0]	0.0 [0.0]	0.0 [0.0]
-5	0.0 [0.1]	0.0 [0.0]	0.0 [0.0]
-1	0.1 [0.2]	0.0 [0.0]	0.0 [0.0]
3	0.9 [1.5]	-0.1 [-0.2]	-0.1 [-0.1]
7	1.9 [3.0]	0.3 [0.4]	-0.3 [-0.4]
11	3.3 [5.4]	1.2 [1.9]	-0.2 [-0.3]
15	3.8 [6.1]	3.6 [5.8]	0.7 [1.1]
19	4.8 [7.7]	5.1 [8.3]	2.1 [3.4]
23	6.4 [10.3]	8.2 [13.2]	3.2 [5.1]
27	8.2 [13.1]	10.0 [16.1]	3.6 [5.8]
31	9.9 [15.9]	10.0 [16.1]	4.4 [7.0]
35	9.7 [15.6]	11.6 [18.6]	3.9 [6.3]
39	8.6 [13.8]	13.0 [20.9]	4.9 [7.9]
43	8.3 [13.4]	15.7 [25.2]	6.7 [10.8]
47	9.4 [15.1]	17.0 [27.3]	7.8 [12.6]
51	11.0 [17.7]	17.5 [28.1]	7.9 [12.7]
55	12.5 [20.1]	18.3 [29.4]	7.8 [12.6]
59	13.6 [21.9]	19.2 [30.8]	8.5 [13.7]
63	14.1 [22.7]	20.7 [33.3]	9.4 [15.2]
67	14.0 [22.6]	23.1 [37.3]	10.7 [17.2]
71	14.2 [22.8]	25.1 [40.4]	11.2 [18.1]
75	14.5 [23.3]	26.2 [42.2]	12.1 [19.4]



DTCs Present at Time of Event (2nd Prior Event, TRG 1)

Recording Status, Diagnostic	Complete
Ignition Cycle Since DTC was Set (times)	0
Airbag Warning Lamp ON Time Since DTC was Set (min)	0
Diagnostic Trouble Codes	None

Pre-Crash Data, 1 Sample (2nd Prior Event, TRG 1)

Recording Status, Pre-Crash/Occupant	Complete
Time from Pre-Crash to TRG (msec)	900
Buckle Switch, Driver	Buckled
Buckle Switch, Passenger	Buckled
Occupancy Status, Passenger	AM50
Seat Position, Driver	Rearward
Shift Position	Drive

Pre-Crash Data, -5 to 0 seconds (2nd Prior Event, TRG 1)

Time (sec)	-4.9	-3.9	-2.9	-1.9	-0.9	0 (TRG)
Vehicle Speed (MPH [km/h])	39.8 [64]	39.8 [64]	39.8 [64]	39.8 [64]	39.8 [64]	39.8 [64]
Brake Switch	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Accelerator Rate (V)	1.09	1.09	1.13	1.21	1.21	1.21
Engine RPM (RPM)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600



Disclaimer of Liability

The users of the CDR product and reviewers of the CDR reports and exported data shall ensure that data and information supplied is applicable to the vehicle, vehicle's system(s) and the vehicle ECU. Robert Bosch LLC and all its directors, officers, employees and members shall not be liable for damages arising out of or related to incorrect, incomplete or misinterpreted software and/or data. Robert Bosch LLC expressly excludes all liability for incidental, consequential, special or punitive damages arising from or related to the CDR data, CDR software or use thereof.