



# IFSTTAR

## **COSERA**

### **La conduite des seniors : responsabilité et adaptation**

Rapport de fin de convention entre l'IFSTTAR et la DSR

Rapport relatif aux tâches 1 et 2 et 4 (ajoutée)

Responsable scientifique de ces tâches : Sylviane Lafont

Date contractuelle de livraison du rapport	20 juillet 2018
Date de livraison du rapport	11 juillet 2018
Auteurs	Sylviane Lafont,
Participants	Amandine Coquillat
Tâche	1, 2 et 4 (ajoutée)
Niveau de confidentialité	Résultats non encore publiés, donc à diffuser en interne
Version	1

## TABLE DES MATIERES

<b>1. AVANT-PROPOS</b>	<b>3</b>
<b>2. CONTEXTE</b>	<b>4</b>
<b>3. PREMIERE TACHE</b>	<b>6</b>
<b>3.1. Objectif</b>	<b>6</b>
<b>3.2. Méthode</b>	<b>6</b>
3.2.1. Population d'étude	6
3.2.2. Détermination de la responsabilité	6
• Responsabilité-expert	6
• Responsabilité-ECM	7
3.2.3. Facteurs étudiés	7
<b>3.3. Résultats</b>	<b>8</b>
3.3.1. Caractéristiques des conducteurs pour lesquels la responsabilité a été sous-estimée	10
3.3.2. Caractéristiques des conducteurs pour lesquels la responsabilité a été surestimée	11
<b>3.4. Discussion - Implication</b>	<b>13</b>
<b>3.5. Coefficients correcteurs de la responsabilité</b>	<b>14</b>
<b>4. SECONDE TACHE</b>	<b>15</b>
<b>4.1. Objectif</b>	<b>15</b>
<b>4.2. Méthode</b>	<b>15</b>
4.2.1. Population d'étude	15
4.2.2. Détermination de la responsabilité	15
• Responsabilité-expert	15
• Responsabilité-ECM	15
4.2.3. Années de vie perdues (AVP)	16
4.2.1. Analyse statistique	16
<b>4.3. Résultats</b>	<b>17</b>
<b>4.4. Discussion - Conclusion</b>	<b>19</b>
<b>5. TROISIEME TACHE</b>	<b>20</b>
<b>5.1. Objectif</b>	<b>20</b>
<b>6. QUATRIEME TACHE</b>	<b>21</b>
<b>6.1. Objectif</b>	<b>21</b>
<b>6.2. Principaux Résultats</b>	<b>21</b>
6.2.1. Caractéristiques des conducteurs de VL impliqués dans un accident mortel	21
6.2.2. Type de défaillances humaines des conducteurs de VL impliqués dans un accident mortel	23
6.2.3. Profils des conducteurs de VL impliqués dans un accident mortel	27
<b>6.3. Conclusion</b>	<b>30</b>
<b>7. SYNTHESE DES TACHES 1, 2 et 4</b>	<b>32</b>
<b>8. Bibliographie</b>	<b>34</b>

## **1. AVANT-PROPOS**

---

Le projet COSERA comportait 3 tâches, les deux premières étaient placées sous la responsabilité de Sylviane Lafont (Ifsttar-Umrestte), et la 3ème tâche sous la responsabilité de Catherine Gabaude (Ifsttar-Lescot). **Cette tâche 3 a fait l'objet d'un rapport final remis en mars 2017 à la DSR.**

Le présent rapport concerne donc les deux premières tâches du projet COSERA. Il s'appuie sur les données du projet VOIESUR (ANR 2011-2015) pour lesquelles l'autorisation d'exploitation par les porteurs du projet a été obtenue. Nous avons ajouté une quatrième tâche à ce rapport.

Enfin, pour étudier certaines spécificités des conducteurs âgés, il faut les comparer à celles des conducteurs plus jeunes. Ce rapport est donc aussi, plus généralement, une étude des conducteurs de véhicules légers impliqués dans un accident mortel, en fonction de leur âge.

## 2. CONTEXTE

---

En France, les personnes âgées de 75 ans ou plus augmenteront de 31 % en 10 ans (entre 2020 et 2030), et de 57 % en seulement 20 ans (2020-2040) (INED). Or si la mobilité locale est restée stable 1994 et 2008, passant en moyenne de 3,16 à 3,15 déplacements par jour, celle des personnes de plus de 75 ans a augmenté d'environ 20 % chez les hommes et 33 % chez les femmes, celles-ci étant de plus en plus nombreuses à accéder à la conduite (23 % en 1994, 45 % en 2007) (Armoogum, Hubert, Roux, & Le Jeannic, 2010).

La conduite automobile est une activité de la vie quotidienne complexe qui nécessite une bonne perception de l'environnement, des capacités motrices et des capacités cognitives faisant appel à la perception, l'orientation temporo-spatiale, la mémoire, l'attention, la vitesse de traitement de l'information et la prise de décision. Or il existe au cours du vieillissement une baisse légère des capacités dans ces différents domaines. Un ralentissement de la vitesse de traitement de l'information apparaît, accompagné de perturbations des processus attentionnels (Jacqmin-Gadda, Fabrigoule, Commenges, & Dartigues, 1997; Le Carret, Lafont, Mayo, & Fabrigoule, 2003). Ces perturbations cognitives vont s'aggraver chez certaines personnes âgées atteintes de pathologies cérébrales (démences de maladie d'Alzheimer par exemple), auxquelles s'ajoutent des troubles de flexibilité mentale et de planification (Amieva et al., 2002; Amieva et al., 1998; Amieva, Lafont, Dartigues, & Fabrigoule, 1999; Amieva et al., 2004; Parasuraman & Haxby, 1993; Rainville et al., 2002). Ces perturbations peuvent donc avoir des répercussions sur les capacités de conduite des conducteurs âgés.

L'accidentalité des conducteurs âgés fait souvent débat car les indicateurs varient selon l'approche retenue. Mais finalement depuis quelques années, les tendances sont comparables. Les conducteurs âgés, tout comme les conducteurs jeunes, présentent des taux d'accident mortel au kilomètre conduit supérieurs à ceux des conducteurs des classes d'âge intermédiaire. Parallèlement, rapportée à la population générale de même âge et même sexe, la mortalité par accident de la route est très élevée chez les jeunes, puis elle décroît, et augmente à nouveau chez les plus âgés. C'est en tant qu'automobilistes ou piétons, que les

personnes âgées sont le plus souvent impliquées dans les accidents mortels. A choc égal, elles meurent plus et ont des blessures plus graves que des usagers plus jeunes (Martin, Derrien, & Laumon, 2003) (Lafont & Laumon, 2003).

En ce qui concerne leur possible plus grande dangerosité vis-à-vis des autres, des premiers travaux ont montré que finalement ils l'étaient moins que des conducteurs plus jeunes (Lafont, Amoros, Gadegbeku, Chiron, & Laumon, 2008). En l'absence de meilleure définition de la responsabilité dans cette étude, une égale responsabilité avait été attribuée à tous les conducteurs de véhicules motorisés impliqués dans l'accident (Lafont, et al. 2008). Cette définition de la responsabilité permettait au particulier de pallier un biais de sélection lié au fait de travailler sur des accidents mortels. En moins bonne santé et plus fragiles, l'issue de l'accident est en effet plus souvent mortelle pour les plus âgés.

En 2012, le projet ANR VOIESUR, ouvre une nouvelle opportunité de travailler sur le risque pour les autres. Dans ce projet, la responsabilité est définie par des experts qui prennent en compte l'ensemble des éléments du procès-verbal. Avec cette « responsabilité-expert », il est montré que les conducteurs âgés sont plus souvent désignés responsables dans les accidents mortels que les conducteurs d'âges intermédiaires, plus particulièrement dans les accidents qui se produisent en intersection (Coquillat et al., 2015). Cette étude montre que la responsabilité des conducteurs âgés dans les accidents mortels telle que nous l'avions estimée dans nos premiers travaux est sous-estimée. Mais finalement, les conséquences pour les autres usagers ne le sont pas pour autant. Il s'avère que les accidents dans lesquels une plus grande responsabilité des conducteurs âgés est engagée sont aussi des accidents dans lesquels ils sont eux-mêmes les victimes décédées. Ainsi, quelle que soit la définition de la responsabilité, les conducteurs âgés sont moins dangereux pour les autres impliqués que les conducteurs plus jeunes. Nous disposons donc de deux méthodes, l'une facile à mettre en œuvre, et l'autre qui nécessite une formation spécifique d'experts pour examiner les procès-verbaux. Nous proposons dans une première tâche de mieux comprendre les discordances entre les deux méthodes, et de déterminer dans quelle mesure les résultats de nos premiers travaux restent valides. La seconde tâche a pour objectif d'expliquer, avec une méthode multivariée, le taux d'années de vie perdues en fonction des différents facteurs disponibles dans l'étude VOIESUR. La troisième tâche correspond au volet Adaptation du projet, développé par Catherine Gabaude et Marion Hay. Enfin nous avons ajouté une quatrième tâche qui nous paraissait intéressante à explorer.

## 3. PREMIERE TACHE

---

### 3.1. **OBJECTIF**

La première tâche a pour objectif de mieux comprendre les discordances entre les deux estimations de la responsabilité, une responsabilité dite « experte » et une responsabilité que nous avons construite dans nos premiers travaux sur le risque pour autrui. Il est en effet important pour nous de reconsidérer nos résultats publiés si cela s'avérait nécessaire. Certes nous avons montré dans le projet VOIESUR que lorsque la responsabilité des conducteurs âgés était sous-estimée par rapport à la responsabilité expert, cela concernait des accidents dans lesquels ils étaient eux-mêmes décédés, et donc que cela n'impactait pas le risque pour autrui, mais il est important de mieux comprendre ces différences de classement.

### 3.2. **METHODE**

#### 3.2.1. **POPULATION D'ETUDE**

La population d'étude est issue de la base de données VOIESUR (ANR 2011-2015), qui regroupe 1/20 des accidents corporels survenus en France en 2011 et tous les accidents mortels de cette même année. Pour comparer les deux déterminations de la responsabilité, nous avons restreint la population d'étude aux **conducteurs de véhicules légers impliqués dans un accident mortel**. Toutefois, tous les impliqués de l'accident sont pris en compte dans les deux déterminations de la responsabilité.

#### 3.2.2. **DETERMINATION DE LA RESPONSABILITE**

Deux déterminations de la responsabilité sont définies.

- **RESPONSABILITE-EXPERT**

La responsabilité a été déterminée par des experts à partir des procès-verbaux dressés par les forces de l'ordre, puis codée en 5 modalités. Elle peut être attribuée aux conducteurs, aux piétons, et aux cyclistes. Seuls les passagers n'ont aucune responsabilité attribuée.

- 1- Totalemment responsable
- 2- Plutôt responsable
- 3- Responsabilité partagé
- 4- Plutôt non responsable
- 5- Totalemment non Responsable

Une variable binaire a été générée. La personne est classée responsable si elle est « totalement responsable », « plutôt responsable », ou avec une « responsabilité partagée » ; elle est classée non responsable si elle est « plutôt non responsable » ou « totalement non responsable ».

- ***RESPONSABILITE-ECM***

La responsabilité est attribuée à part égale à chacun des conducteurs de véhicules motorisés impliqués dans l'accident mortel (limité à maximum 3). Si un seul véhicule motorisé est impliqué, son conducteur se voit attribuer 100 % de la responsabilité, si deux véhicules motorisés sont impliqués, les deux conducteurs se voient attribuer chacun 50 % de la responsabilité. Si 3 véhicules sont impliqués, 1/3 de la responsabilité est attribué à chacun d'eux.

### ***3.2.3. FACTEURS ETUDIÉS***

Les facteurs suivants ont été étudiés : âge, sexe, statut vital (conducteur lui-même décédé dans l'accident), vitesse estimée avant impact, alcoolémie, et défaillance humaine. Celle-ci a été définie pour tous les conducteurs selon la classification proposée par Van Eslande (Van Eslande, 2003). Elle caractérise pour chaque conducteur la première fonction défaillante dans la réalisation de sa tâche de conduite ou d'interaction dans le processus accidentel. Cette fonction défaillante n'est pas nécessairement celle qui a conduit à l'accident. La mauvaise réalisation ou l'absence de réalisation entraîne un basculement de la situation de conduite normale vers une situation d'accident. La variable se décompose en 28 items regroupés en 8 groupes principaux affectant des fonctions cognitives différentes : la détection, le diagnostic, le pronostic, la décision, l'exécution, une défaillance globale. Les deux derniers groupes concernent des conducteurs pour lesquels aucune défaillance n'a été

identifiée ou pour lesquels un suicide est suspecté, et un dernier groupe pour lequel l'information disponible ne suffit pas à déterminer le type de défaillance.

La présence d'au moins un usager vulnérable (usagers de 2-RM, cyclistes, piétons) est prise en compte. Le lieu de l'accident est précisé par les variables « agglomération » (oui/non), et « type de réseau routier » (autoroute/voie express, route nationale, route départementale, voie communale, route non précisée). Les autres conditions environnementales sont décrites par trois variables : le moment de la semaine (week-end étendu au vendredi vs. les autres jours de la semaine), le moment de la journée (nuit vs. jour), et visibilité affectée par de mauvaises conditions météorologiques (oui/non). Enfin la manœuvre dans laquelle le conducteur de VL était engagé juste avant l'accident est regroupée en 6 catégories : Intersection / Dépassement / Roule sur la mauvaise voie de circulation / Allant tout droit / Véhicule arrêté sur la voie de circulation / Autres.

### 3.3. **RESULTATS**

2986 conducteurs de véhicules légers (VL) ont été impliqués dans un accident mortel en 2011 (données VOIESUR). Treize pourcent d'entre eux avaient 70 ans ou plus. Les deux déterminations de la responsabilité sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1. Détermination de la responsabilité, N=2986 conducteurs impliqués dans un accident mortel

	Nombre de conducteurs de VL	%
Responsabilité-expert :		
Totalement non Responsable	760	25,4
Plutôt non responsable	148	5,0
Responsabilité partagée	103	3,5
Plutôt responsable	156	5,2
Totalement responsable	1819	60,9
Responsabilité-expert <b>binaire</b>		
Non Responsable	908	30,4
Responsable	2078	69,6
Responsabilité- <b>ECM</b>		

0.33 (plutôt non responsable)	261	8,8
0.5 (partagée)	1449	48,5
1 responsable	1276	42,7

Selon les experts, près de 70 % des conducteurs de VL sont plutôt responsables de l'accident mortel dans lequel ils sont impliqués, et 30 % sont plutôt non responsables. Par définition, la méthode ECM exclut la non-responsabilité d'un conducteur de véhicule motorisé : ainsi, 48 % des conducteurs de VL ont une responsabilité partagée et seulement 9 % sont plutôt non responsables. Près 43 % des conducteurs de VL sont plutôt responsables. Le tableau 2 croise les deux déterminations de la responsabilité.

Tableau 2. Croisement des indicateurs de responsabilité, expert et ECM

Responsabilité-expert	Responsabilité-ECM			Ensemble
	Peu responsable (1/3)	Responsabilité partagée (0,5)	Responsable	
Non responsable, n	163	610	135	908
% ligne	17,9 %	67,2 %	14,9 %	100 %
Responsable, n	98	839	1141	2078
% ligne	4,7 %	40,4 %	54,9 %	100 %
Ensemble	261	1449	1276	2986

Les conducteurs responsables ou qui ont une responsabilité partagée selon ECM ont été regroupés pour les comparer aux responsables selon les experts. En effet la variable binaire regroupait les responsables partiels, les plutôt responsables et les totalement responsables. Le croisement des responsabilités fait apparaître deux sous-groupes qui posent question (grisé dans le tableau) : les 98 conducteurs pour lesquels la méthode ECM a fortement sous-estimé la responsabilité, et les 745 conducteurs pour lesquels la méthode ECM a surestimée la responsabilité. Certes, le nombre de conducteurs (ou de véhicules) impliqués est souvent à l'origine de cet écart, mais il est intéressant de rechercher les autres caractéristiques du conducteur et de l'accident qui contribuent à cette sous- ou surestimation de la responsabilité.

**3.3.1. CARACTERISTIQUES DES CONDUCTEURS POUR LESQUELS LA RESPONSABILITE A ETE SOUS-ESTIMEE**

Les caractéristiques des 98 conducteurs responsables selon les experts et peu responsables selon ECM (4,7 %) ont été comparées aux 2143 conducteurs de VL qui ont un classement concordant (tableau 3).

Tableau 3. Caractéristiques des conducteurs pour lesquels la méthode ECM a **sous-estimé** la responsabilité

	Responsabilité sous-estimée <b>N=98</b> <b>%</b>	Responsabilités concordantes <b>N=2143</b> <b>%</b>	p-value
Age, m (SD)	44,7 (21,1)	41,6 (20,2)	0,1
Sexe, % d'H	78,6	74,6	0,4
Conducteur décédé	54,1	57,4	0,5
Vitesse avant impact, m (SD)	81 km/h (30 km/h)	73 km/h (35 km/h)	0,06
≤ 70km/h	19,4	26,9	
> 70km/h	44,9	32,3	<b>0,03</b>
Inconnue	35,7	40,8	
Alcool			
Négatif	74,5	62,6	<b>0,007</b>
Positif	13,3	27,6	
Non réalisé/Inconnu	12,2	9,8	
Défaillance humaine :			
Détection	16,3	17,8	
Diagnostic	5,1	3,6	
Pronostic	3,1	2,5	
Décision	10,2	6,3	0,8
Exécution	24,5	24,0	
Défaillance Globale	21,4	23,8	
Aucune défaillance-Suicide	4,1	6,6	
Défaillance inconnue	15,3	15,3	
Présence d'au moins 1 usager vulnérable	13,3	20,8	0,07

Hors agglomération	83,7	72,4	<b>0,01</b>
Type de réseau :			
Autoroute/express	7,1	5,0	
RN	10,2	7,2	
RD	79,6	70,4	<b>0,006</b>
VC	3,1	16,2	
Autre/Inconnu	-	1,1	
Moment :			
WE (Ve, Sa, Di) vs. semaine	48,0	50,7	0,6
Nuit	27,5	37,9	<b>0,04</b>
Visibilité affectée	4,1	8,0	0,2
Manœuvre :			
Intersection	11,3	17,4	
Dépassement	15,3	4,7	
Circulation mauvaise voie	1,0	0,2	<b>&lt; 0,0001</b>
Allant tout droit	65,3	74,3	
Autre / inconnu	7,1	3,4	

Tests du Chi-2 pour les variables qualitatives et de Student pour les variables quantitatives (âge et vitesse).

Les conducteurs pour lesquels la **responsabilité a été sous-estimée** circulaient à une vitesse plus élevée, hors agglomération sur des routes départementales, de jour, avec une alcoolémie plus souvent négative, et ils effectuaient plus souvent une manœuvre de dépassement.

### 3.3.2. **CARACTERISTIQUES DES CONDUCTEURS POUR LESQUELS LA RESPONSABILITE A ETE SURESTIMEE**

Les caractéristiques des 745 conducteurs classés non responsables selon les experts et responsables entièrement ou à moitié selon ECM ont été comparées aux caractéristiques des mêmes 2143 conducteurs dont la responsabilité est concordante selon les deux méthodes.

Tableau 4. Caractéristiques des conducteurs pour lesquels la méthode ECM a **surestimé** la responsabilité.

	Responsabilité surestimée <b>N=745</b> <b>%</b>	Responsabilités concordantes <b>N=2143</b> <b>%</b>	p-value
Age, m (SD)	45,0 (17,3)	41,6 (20,2)	<b>&lt;0,0001</b>
Sexe, % d'H	63,5	74,6	<b>&lt;0,0001</b>
Conducteur décédé	16,6	57,4	<b>&lt;0,0001</b>
Vitesse avant impact, m (SD)	63 km/h (28 km/h)	73 km/h (35 km/h)	<b>&lt;0,0001</b>
≤ 70km/h	41,3	26,9	
> 70km/h	31,3	32,3	<b>&lt;0,0001</b>
Inconnue	27,4	40,8	
Alcool			
Négatif	91,1	62,6	
Positif	3,0	27,6	<b>&lt;0,0001</b>
Non réalisé/Inconnu	5,9	9,8	
Défaillance humaine :			
Détection	27,5	17,8	
Diagnostic	1,9	3,6	
Pronostic	16,0	2,5	
Décision	0,3	6,3	<b>&lt;0,0001</b>
Exécution	2,1	24,0	
Défaillance Globale	0,8	23,8	
Aucune défaillance-Suicide	48,0	6,6	
Défaillance inconnue	3,4	15,3	
Présence d'au moins 1 usager vulnérable	42,3	20,8	<b>&lt;0,0001</b>
Type de réseau :			
Autoroute/express	4,3	5,0	
RN	9,5	7,2	
RD	73,6	70,4	<b>0,008</b>
VC	12,2	16,2	

Autre/Inconnu	0,4	1,1	
<hr/>			
Moment :			
WE (Ve, Sa, Di) vs. semaine	51,0	50,7	0,9
Nuit	34,4	37,9	0,08
Visibilité affectée	6,2	8,0	0,1
<hr/>			
Manœuvre :			
Intersection	23,4	17,4	
Dépassement	1,9	4,7	
Circulation mauvaise voie	0,0	0,2	<b>&lt;0,0001</b>
Allant tout droit	70,6	74,3	
Autre / inconnu	4,2	3,4	
<hr/>			

*Tests du Chi-2 pour les variables qualitatives et de Student pour les variables quantitatives (âge et vitesse).*

De nombreuses caractéristiques diffèrent significativement entre les deux groupes. Les conducteurs pour lesquels la responsabilité a été surestimée étaient plus âgés, avec une proportion de femmes plus élevée. La proportion de conducteurs survivants était beaucoup plus élevée. A priori ils circulaient moins vite mais le taux de données manquantes sur la vitesse est beaucoup plus bas que chez les concordants. Ils étaient moins souvent alcoolisés, avec des problèmes de détection ou de pronostic beaucoup plus fréquents que chez les concordants. Pour une forte proportion (48 %), aucune défaillance n'a été identifiée, contrairement aux concordants (6,7 %). Il y avait deux fois plus souvent un usager vulnérable impliqué, un peu plus fréquemment sur route nationale ou départementale, et plus souvent en intersection.

### **3.4. DISCUSSION - IMPLICATION**

L'implication de ces résultats sur l'estimation du risque pour autrui avec ECM est discutée ici. Dans nos précédents travaux nous avons montré que les conducteurs âgés contribuaient moins à la perte des années de vie des autres impliqués que des conducteurs plus jeunes (Lafont et al., 2008; Lafont, Gabaude, Paire-Ficout, & Fabrigoule, 2010). Dans l'étude VOIESUR, nous avons retrouvé ces résultats avec la responsabilité-expert malgré le fait que la

responsabilité expert augmente avec l'âge (Coquillat, Martin, Wu, & Lafont, 2015). Des éléments d'explication sont apportés par les résultats de l'étude menée ici. Le tableau 3 qui décrit les caractéristiques des conducteurs pour lesquels la méthode ECM a globalement sous-estimé la responsabilité ne met pas en évidence le facteur « âge », mais plutôt des caractéristiques de comportement (vitesse, dépassement) et de type de réseau (hors agglomération, départementales). On peut noter que ces caractéristiques correspondent peu à des accidents de conducteurs âgés. Quant au tableau 4 qui, lui, décrit les caractéristiques des conducteurs pour lesquels la méthode ECM a globalement surestimé la responsabilité, il met en évidence en particulier les facteurs âge et sexe. Il semble qu'ECM ait particulièrement surestimé la responsabilité des femmes âgées dans les accidents mortels dans lesquelles un autre impliqué est décédé. Cette surestimation affecte donc directement le risque pour autrui.

Par conséquent, les deux analyses confortent plutôt l'hypothèse d'une moindre dangerosité des conducteurs âgés vis-à-vis des autres usagers. La détermination de la responsabilité par les experts ne remet pas cause les résultats publiés avec la méthode ECM.

### **3.5. COEFFICIENTS CORRECTEURS DE LA RESPONSABILITE**

Concernant la possibilité d'estimer des coefficients correcteurs de la responsabilité des conducteurs âgés dans les BAAC, des travaux menés au sein de l'unité (Garcia, Viallon, Bouaoun, & Martin, 2018) ont permis de proposer une estimation de la responsabilité dans les BAAC à partir de la responsabilité expert déterminée dans le projet VOIESUR. Nous n'avons donc pas exploré la possibilité d'utiliser la responsabilité ECM.

## 4. SECONDE TACHE

---

### 4.1. OBJECTIF

Nos travaux précédents avaient mis en évidence une baisse du taux d'années de vie perdues (AVP) des autres usagers lorsque l'âge du conducteur augmentait. L'objectif de cette seconde tâche est d'approfondir ce résultat avec une approche multivariée. Choisi comme indicateur de dangerosité vis-à-vis des autres usagers, le taux d'AVP est étudié en fonction de facteurs personnels, sociodémographiques, défaillance humaine, et aussi en fonction de caractéristiques de l'accident.

### 4.2. METHODE

#### 4.2.1. POPULATION D'ETUDE

La même population est étudiée : l'ensemble des conducteurs de véhicules légers impliqués dans un accident mortel et tous les impliqués de l'accident.

#### 4.2.2. DETERMINATION DE LA RESPONSABILITE

Deux déterminations de la responsabilité sont définies.

- **RESPONSABILITE-EXPERT**

A partir de la réponse initiale en 5 modalités (Totalemment responsable / Plutôt responsable / Responsabilité partagée / Plutôt non responsable / Totalemment non responsable), un score de responsabilité sur une échelle de 0 à 100 est calculé, en considérant que «totalemment responsable»=100% et «totalemment non responsable »=0%, avec un pas de 25 %. La somme des scores de responsabilité des acteurs dans un accident n'étant pas forcément égale à 100, un taux sur 100 de responsabilité-expert relative pour chacun des acteurs est calculé.

$$\text{Responsabilité expert relative de l'acteur } i \text{ (EXP)} = \frac{\text{score de responsabilité expert de l'acteur } i}{\sum \text{scores responsabilité expert de tous les acteurs}}$$

- **RESPONSABILITE-ECM**

La responsabilité ECM définie en 1.2.2.2 est prise en compte.

### 4.2.3. ANNEES DE VIE PERDUES (AVP)

Au moment de l'accident, chaque impliqué a une espérance de vie compte tenu de son âge et son sexe (INED 2011). Par exemple, un homme de 72 ans en 2011 pouvait espérer vivre 16,85 ans, autant d'années qu'il peut perdre dans l'accident. L'espérance de vie correspond ici aux années de vie disponibles (AVD). En cas de décès de la victime, les AVD deviennent des années de vie perdues (AVP). Chaque conducteur va contribuer à son propre bilan, risque pour lui-même, et au bilan des autres, risque pour autrui, en fonction de son taux de responsabilité.

- *Risque pour les conducteurs de VL eux-mêmes :*

Les AVD et AVP de conducteurs sont sommées par catégories d'usagers et classes d'âge afin de calculer les taux suivants :

$$\text{Taux AVP cond}_{70+} = \frac{\sum \text{AVP cond}_{70+}}{\sum \text{AVD cond}_{70+}}$$

- *Risque pour autrui :*

Les AVD et les AVP pour autrui (passagers, piétons, cyclistes, conducteurs antagonistes d'une autre classe d'âge) sont attribuées aux conducteurs de VL en fonction de leur responsabilité relative et leur classe d'âge :

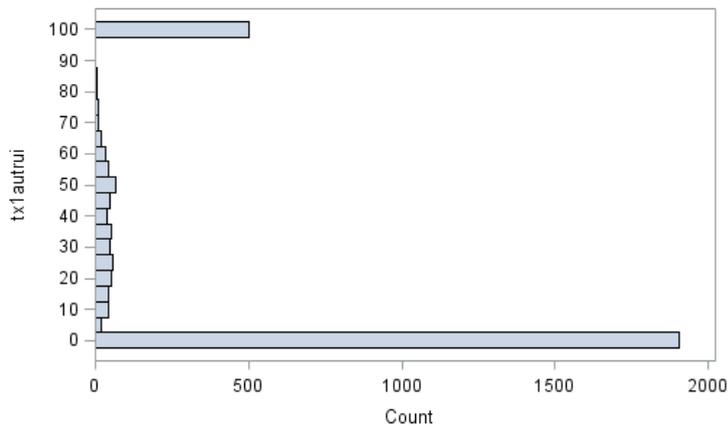
$$\text{Taux AVP autrui}_{\text{cond } 70+} = \frac{\sum \text{AVP autres impliqués}_{\text{cond } 70+}}{\sum \text{AVD autres impliqués}_{\text{cond } 70+}}$$

Nous nous intéressons ici au **Risque pour autrui**.

### 4.2.1. ANALYSE STATISTIQUE

La distribution du taux d'AVP n'étant pas normale, la variable d'intérêt a été discrétisée en deux modalités. Les conducteurs de VL sont classés dangereux vis-à-vis d'autrui si le taux d'AVP pour autrui est supérieur ou égal au 3<sup>ème</sup> quartile de la distribution, et classés non dangereux sinon.

Distribution du taux d'AVP pour autrui :



Un modèle de régression logistique a été retenu pour expliquer une la dangerosité vis-à-vis des autres usagers. Des analyses univariées, puis une analyse multivariée ont été réalisées.

### **4.3. RESULTATS**

Le 3<sup>ème</sup> quartile de la distribution correspond à un taux d'AVP d'autrui de 40,9 %. C'est donc le seuil de taux d'AVP d'autrui au-delà duquel on considère ici que la personne est dangereuse vis-à-vis des autres usagers.

Les modèles univariés mettent en évidence plusieurs caractéristiques significativement associées à la dangerosité des conducteurs vis-à-vis d'autrui : un âge peu élevé (en continu ou en classes), une alcoolémie inconnue, la survenue de l'accident en agglomération, sur une route communale, sans autre véhicule motorisé impliqué, en présence d'au moins une défaillance humaine. Deux caractéristiques ne sont pas significativement associées à la dangerosité pour autrui : le sexe et le moment de l'accident (WE + vendredi vs. les autres jours).

L'analyse multivariée (tableau 5) identifie des caractéristiques du conducteur ou de l'accident significativement associées à la dangerosité du conducteur pour autrui, indépendamment les unes des autres.

Tableau 5. Facteurs significativement associés au taux d'AVP pour autrui, modèle multivarié

	OR	IC 95 %	p-value
Age du conducteur	0,992	(0,987-0,997)	<b>&lt;0,001</b>
Alcoolémie			
Positive vs négative	0,7	(0,5-0,9)	<b>0,008</b>
Inconnue vs. négative	0,5	(0,4-0,8)	<b>&lt;0,001</b>
Agglomération vs. hors agglo	1,6	(1,3-1,9)	<b>&lt;0,001</b>
Réseau routier :			
Autoroute vs. RN	0,9	(0,5-1,6)	0,9
RD vs. RN	1,3	(0,9-1,8)	0,2
VC vs. RN	1,6	] 1,0-2,4)	<b>0,04</b>
Autre, inconnu vs. RN	0,8	(0,3-2,3)	0,7
Nb de véhicules motorisés :			
1 vs. 2+	1,8	(1,4-2,2)	<b>&lt;0,001</b>
Type de défaillance humaine :			
Détection vs. pas de défaillance	24,2	(13,5-43,4)	<b>&lt;0,001</b>
Diagnostic vs. pas de défaillance	16,6	(8,2-33,7)	<b>&lt;0,001</b>
Pronostic vs. pas de défaillance	12,2	(6,4-23,5)	<b>&lt;0,001</b>
Décision vs. pas de défaillance	14,4	(7,4-28,0)	<b>&lt;0,001</b>
Exécution vs. pas de défaillance	12,1	(6,6-22,0)	<b>&lt;0,001</b>
Globale vs. pas de défaillance	9,2	(5,0-16,9)	<b>&lt;0,001</b>
Inconnue vs. pas de défaillance	4,1	(2,1-7,9)	<b>&lt;0,001</b>
Manœuvre :			
Intersection vs. tout droit	1,4	(1,1-1,9)	<b>0,006</b>
Dépassement vs. tout droit	1,2	(0,8-1,8)	0,4
Mauvaise voie vs. tout droit	2,0	(0,3-13,1)	0,5
Autre, inconnu vs. tout droit	1,8	(1,1-2,9)	<b>0,01</b>

Les mêmes effets (ou presque) sont retrouvés indépendamment les uns des autres. La dangerosité des conducteurs vis-vis d'autrui diminue lorsque l'âge du conducteur augmente. Elle augmente en agglomération, souvent sur des voies communales, et sans autre conducteur de véhicule motorisé. L'existence d'au moins une défaillance humaine augmente la dangerosité des conducteurs de VL, elle est particulièrement élevée en présence d'un problème de détection. Les intersections sont des situations dans lesquelles beaucoup

d'années de vie d'autrui sont perdues, comparativement aux accidents dans lesquels le conducteur allait tout droit. Les conducteurs pour lesquels le test d'alcoolémie n'a pas été réalisé sont plus dangereux pour les autres. Enfin le fait d'avoir un test d'alcoolémie positif est plutôt en faveur de moins d'années de vie d'autrui perdues.

#### **4.4. DISCUSSION - CONCLUSION**

Même si la dangerosité vis-à-vis d'autrui n'a jamais été étudiée ainsi, tous les facteurs associés sont cohérents avec la connaissance que l'on a de l'accidentologie routière. Tous sauf un, l'alcoolémie pour laquelle les conducteurs positifs font perdre moins d'années de vie d'autrui que les conducteurs négatifs, qui sont les plus nombreux. Alors que seule une alcoolémie non connue était associée à la dangerosité des conducteurs vis-à-vis d'autrui dans l'analyse univariée, c'est la prise en compte de la variable « nombre de véhicules motorisés impliqués », qui modifie l'association entre test positif et dangerosité. Chez les conducteurs impliqués dans un accident avec leur seul véhicule, une alcoolémie positive était deux fois plus fréquente chez les conducteurs décédés (46 %) par rapport aux survivants (21 %). Dit autrement, et toujours chez les conducteurs impliqués dans un accident mortel avec leur seul véhicule, lorsqu'ils avaient une alcoolémie positive, 75 % d'entre eux sont décédés. Chez les négatifs, 44 % d'entre eux sont décédés. L'alcool affecte donc plus spécifiquement le statut vital du conducteur que celui des autres usagers dans l'accident.

Non seulement la responsabilité est un facteur important à prendre en compte dans l'analyse de l'accidentologie routière, mais un indicateur de dangerosité vis-à-vis des autres usagers tel que nous l'avons construit, est aussi essentiel à prendre en compte.

## **5. TROISIEME TACHE**

---

### **5.1. OBJECTIF**

La troisième tâche concernait le volet Adaptation du projet. Elle avait pour objectif de produire un inventaire critique des interventions proposées aux conducteurs âgés et de suggérer une chronologie pour ces interventions. Une réflexion sur un arbre de décision permettant de faciliter le suivi des conducteurs âgés sera menée.

Cette tâche 3 a fait l'objet d'un rapport final remis en mars 2017 à la DSR.

## 6. QUATRIEME TACHE

---

### 6.1. OBJECTIF

Pour compléter ce travail, nous avons ajouté une quatrième tâche non prévue dans le projet. En effet, un article intitulé « Human failure and aged-related specificities in fatal crashes of car drivers » est en cours de rédaction. Nous proposons dans ce dernier d'identifier des **profils de conducteurs** de VL impliqués dans un accident mortel, profils construits à partir des caractéristiques sociodémographiques du conducteur, du type de défaillance humaine, de la responsabilité-expert, ainsi que de l'ensemble des caractéristiques de l'accident. Un résumé des résultats est proposé ici. La population d'étude et les facteurs étudiés sont les mêmes que dans les deux tâches précédentes.

### 6.2. PRINCIPAUX RESULTATS

Les résultats concernent les caractéristiques des conducteurs de VL impliqués dans un accident mortel, une analyse fine de leurs défaillances humaines en fonction de l'âge, et enfin des profils de conducteurs de VL.

#### 6.2.1. CARACTERISTIQUES DES CONDUCTEURS DE VL IMPLIQUES DANS UN ACCIDENT MORTEL

Le tableau 5 décrit les caractéristiques des conducteurs de VL impliqués dans un accident mortel en 2011.

Tableau 5. Caractéristiques des conducteurs de VL impliqués dans un accident mortel, % col

	Total (N=2986)
	%
Conducteurs décédés	47,2
Age, mean (SD)	42,6 (19,6)
≤ 24	23,5
25-34	19,9
35-44	15,6
45-54	14,0
55-64	10,3
65-74	7,1

	Total (N=2986)
	%
75 +	9,6
Age des conducteurs décédés, m (SD)	43,9 (21,0)
Age des conducteurs non décédés, m (SD)	41,3 (18,2)
Sexe, % d'hommes	72,0
% de conducteurs hommes décédés	50,2
% de conductrices femmes décédées	39,3
Age des conducteurs hommes décédés	42,3 (20,6)
Age des conductrices femmes décédées	49,3 (21,4)
Alcoolémie :	
Positive	21,0
Negative	70,0
Inconnue	9,0
Vitesse estimée avant impact, mean (SD)	70,6 (33,1)
≤70km/h	30,3
>70km/h	32,4
inconnue	37,3
Responsable	69,6
En agglomération	26,7
Type de réseau :	
autoroute/express	4,9
route nationale	7,9
route départementale	71,5
voie communale	14,8
Autre/inconnu	0,9
≥ 2 véhicules motorisés impliqués	57,2
≥ 1 usager vulnérable	25,9
Week-end	50,7
Nuit	36,7
Visibilité affectée	9,3
Age du véhicule, mean (SD)	9,8 (6,4)
Temps écoulé depuis l'achat du véhicule, mean (SD)	3,3 (4,5)

	Total (N=2986)
	%
Manœuvre :	
Intersection	18,7
dépassement	4,3
mauvaise voie	0,2
va tout droit	73,1
Autre /inconnu	3,7

Quarante-deux pourcent des conducteurs de VL sont eux-mêmes décédés dans l'accident, les 53 % restants étant des conducteurs impliqués dans un accident dans lequel un autre usager est décédé. Les conducteurs de VL impliqués dans un accident mortel étaient à 72 % des hommes. Ces derniers meurent plus en proportion et plus jeunes que les conductrices. Pour un conducteur sur 5, une alcoolémie positive était détectée, et pour 70 % conducteurs de VL, ils étaient responsables de l'accident. Les ¾ des conducteurs de VL impliqués dans un accident mortel roulaient hors agglomération, très souvent sur une route départementale. Pour plus de moitié des conducteurs de VL, l'accident impliquait un autre conducteur de véhicule motorisé, pouvant lui aussi partagée la responsabilité de l'accident. Pour un quart des conducteurs de VL, l'accident impliquait un usager vulnérable (piéton, cycliste et aussi conducteur de deux-roues motorisés). Pour plus d'un tiers des conducteurs de VL, l'accident s'est produit de nuit. La visibilité était rarement affectée. Enfin pour près des ¾ d'entre eux, ils roulaient sans effectuer de manœuvre particulière, et pour 19 % d'entre eux, l'accident s'est produit en intersection.

### **6.2.2. TYPE DE DEFAILLANCES HUMAINES DES CONDUCTEURS DE VL IMPLIQUES DANS UN ACCIDENT MORTEL**

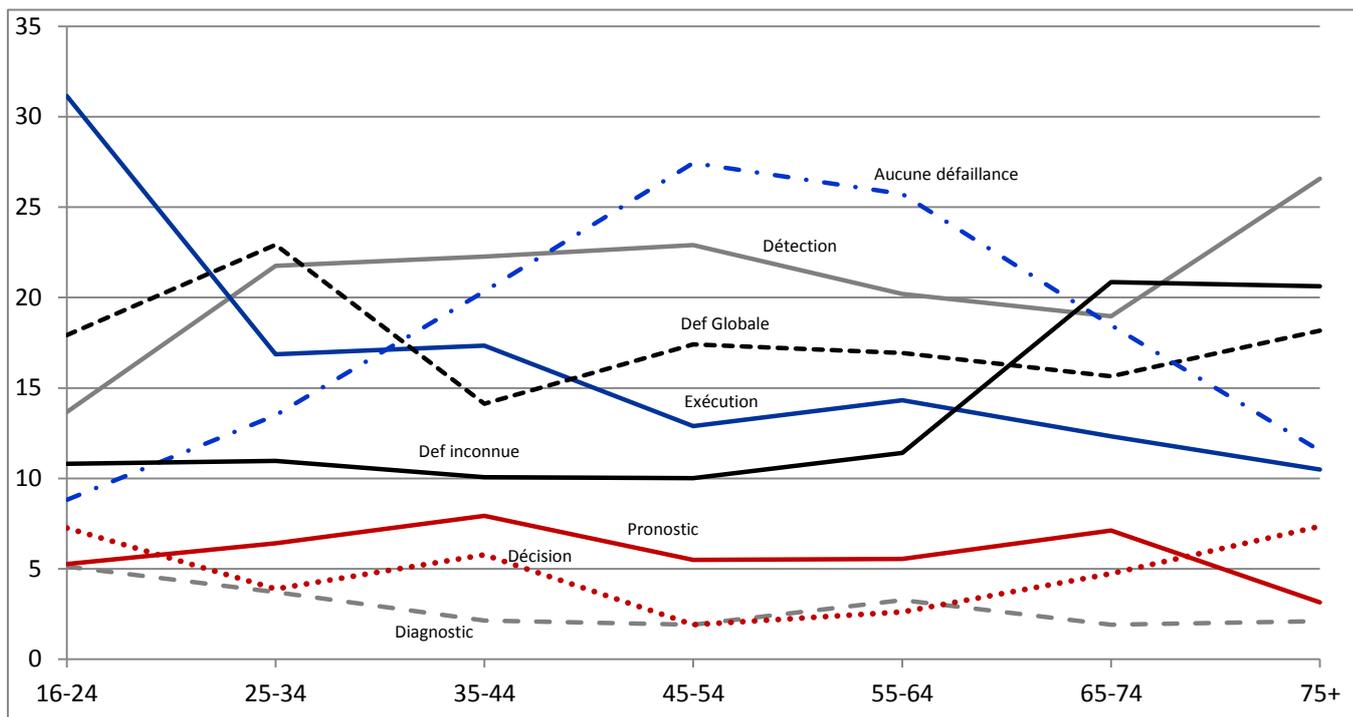
Le tableau 6 décrit plus précisément le type de défaillance identifiée dans ces accidents mortels en fonction de l'âge du conducteur de VL. Les codes indiqués dans la colonne de gauche seront retrouvés dans le dendrogramme (figure 2). La figure 1 est une représentation graphique des composantes générales de la défaillance humaine du tableau 6 (ligne grisée).

Tableau 6. Défaillances fonctionnelles humaines en fonction de l'âge du conducteur de VL, % col

Défaillance Fonctionnelle Humaine	Total		Age du conducteur de VL						
	N	%	16-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	75+
	2986	100%	703 (23,5%)	593 (19,9%)	467 (15,6%)	419 (14,0%)	307 (10,3%)	211 (7,1%)	286 (9,6%)
X Aucune défaillance	503	16,9	8,8	13,5	20,3	27,5	25,7	18,5	11,5
NA Inconnue	368	12,3	10,8	11,0	10,1	10,0	11,4	20,9	20,6
- Au moins une défaillance	2115	70,8	80,3	75,6	69,6	62,5	62,9	60,7	67,8
Détection	603	20,2	13,7	21,8	22,3	22,9	20,2	19,0	26,6
A1 Difficulté d'accès à l'information	311	10,4	7,4	12,0	12,6	14,1	10,4	8,1	7,3
A2 Prise d'information focalisée sur une composante partielle de la situation	48	1,6	0,9	2,0	1,3	1,9	1,6	1,4	2,8
A3 Prise d'information sommaire et/ou précipitée	65	2,2	1,7	1,2	1,9	2,2	2,9	3,8	3,9
A4 Interruption momentanée de l'activité de recherche des informations	39	1,3	0,4	1,7	1,5	1,2	1,6	1,4	2,1
A5 Négligence de recherche d'information	47	1,6	1,6	1,4	2,1	1,0	1,6	1,0	2,5
A9 Détection sans autre précision (SAP)	93	3,1	1,7	3,5	2,8	2,6	2,0	3,3	8,0
Diagnostic	96	3,2	5,1	3,7	2,1	1,9	3,3	1,9	2,1
B1 Mauvaise évaluation d'une difficulté ponctuelle	51	1,7	2,8	2,7	1,7	0,5	1,0	0,5	0,4
B2 Mauvaise évaluation d'un créneau d'insertion	15	0,5	0,9	0,3	0,2	0,5	0,3	0,0	1,1
B3 Mauvaise compréhension du fonctionnement du site	8	0,3	0,1	0,0	0,2	0,0	0,7	1,0	0,7
B4 Mauvaise compréhension d'une manœuvre d'un autre usager	18	0,6	1,1	0,7	0,0	0,5	1,3	0,0	0,0
B9 Diagnostic (SAP)	4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0
Pronostic	176	5,9	5,3	6,4	7,9	5,5	5,5	7,1	3,1
C1 Surpris par la manœuvre d'autrui	51	1,7	1,6	1,7	2,4	1,9	1,3	2,4	0,7
C2 Attend une régulation d'autrui	56	1,9	1,4	2,0	3,2	1,4	2,0	1,9	1,1
C3 Surpris par un obstacle sur sa voie	66	2,2	2,1	2,4	2,4	2,2	2,3	2,8	1,4
C9 Pronostic (SAP)	3	0,1	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Décision	148	5,0	7,2	3,8	5,7	1,9	2,6	4,7	7,3
D1 Violation contrainte par les caractéristiques de la situation	3	0,1	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,4
D2 Violation délibérée d'une règle de sécurité	131	4,4	6,7	3,4	4,9	1,9	2,6	4,3	5,6
D3 Violation – erreur	11	0,4	0,3	0,3	0,6	0,0	0,0	0,5	1,1
D9 Décision (SAP)	3	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Exécution	554	18,6	31,2	16,9	17,3	12,9	14,3	12,3	10,5
E1 Mauvaise contrôlabilité du véhicule face à une perturbation externe	148	5,0	7,1	5,2	4,3	3,6	4,9	4,3	2,8

E2	Défaut de guidage avec aucune intervention d'un élément externe	377	12,6	22,8	10,8	12,4	8,6	7,8	7,1	7,0
E9	Exécution (SAP)	29	1,0	1,3	0,8	0,6	0,7	1,6	1,0	0,7
Défaillance Globale		538	18,0	17,9	22,9	14,1	17,4	16,9	15,6	18,2
F1	Perte des capacités psychophysiologiques	204	6,8	3,1	5,7	5,1	5,3	11,1	11,9	15,0
F2	Altération des capacités sensorimotrices et cognitives	259	8,7	11,4	13,8	6,9	10,3	3,9	3,3	1,1
F3	Dépassement des capacités cognitives	18	0,6	0,7	0,5	0,2	0,5	0,7	0,0	1,8
F9	Défaillance globale (SAP)	57	1,9	2,7	2,9	1,9	1,4	1,3	0,5	0,4

FIGURE 1. CATEGORIES DE DEFAILLANCES HUMAINES SELON L'AGE DU CONDUCTEUR



L'analyse des composantes de la défaillance montre que, selon leur âge, les conducteurs de VL ne présentent pas les mêmes défaillances. Chez 71 % des conducteurs de VL impliqués dans un accident mortel, une défaillance fonctionnelle humaine a pu être identifiée (tableau 6). Les défaillances les plus fréquentes relèvent d'un problème de détection, d'exécution, ou d'une défaillance globale (20%, 19%, 18% respectivement). Chez les jeunes conducteurs, les erreurs de type exécution sont les plus fréquentes, plus précisément les défauts de guidage et le mauvais contrôle du véhicule face à une perturbation externe. Ces taux tendent à diminuer avec l'âge (test de tendance :  $p < 0,0001$  et  $p = 0,0004$  respectivement). De même que l'altération des capacités sensorimotrices et cognitives passant de 11% chez les 16-24 et 1% chez 75+ ( $p < 0,0001$ ).

C'est chez les conducteurs âgés que le taux d'erreur de détection est le plus important, notamment la saisie d'information sommaire et/ou précipitée. Ce taux tend à augmenter avec l'âge, passant de 14% chez les 16-24 ans à 27% chez les 75+ ( $p = 0,003$ ). Les conducteurs âgés de 75 ans et + ont un taux 3 fois plus important de défaillance de type perte des capacités psychophysiologiques que les conducteurs plus jeunes, et 2 fois plus pour les conducteurs de

55 à 74 ans ( $p < 0,0001$ ). Un taux important de défaillance inconnue est observé chez les conducteurs de 65 ans et +, 21% contre 10% pour les autres classes d'âges.

Certaines défaillances semblent plus fréquentes chez les jeunes et les âgés par rapport aux classes d'âges intermédiaires, comme par exemple la violation délibérée d'une règle de sécurité, respectivement 6.7% et 5.6%, contre 1.9% chez les middle; et parfois certaines HFF sont moins fréquentes chez ces deux catégories d'utilisateurs mais plus fréquentes chez les middle drivers comme la non détection due à la difficulté d'accès à l'information. Globalement, les middle drivers ont moins souvent de défaillances que les 16-34 ans ou les 65+.

### **6.2.3. PROFILS DES CONDUCTEURS DE VL IMPLIQUES DANS UN ACCIDENT MORTEL**

Les profils de conducteurs obtenus ci-dessous ont été construits avec une analyse multiple des correspondances qui a généré les coordonnées des modalités des variables sur les 4 axes factoriels déterminés à partir de la méthode du coude. Puis, une analyse hiérarchique par cluster a été réalisée, suivie d'un dendrogramme construit selon le critère de Ward. Deux critères ont permis de déterminer le nombre de classes à retenir (Milligan and Cooper 1985; Lebart et al. 1995): 1) le cubic clustering criterion obtenu en comparant le  $R^2$  observé au  $R^2$  estimé, et 2) le  $R^2$  semi-partiel basé sur la perte d'inertie interclasses qui est donc à minimiser.

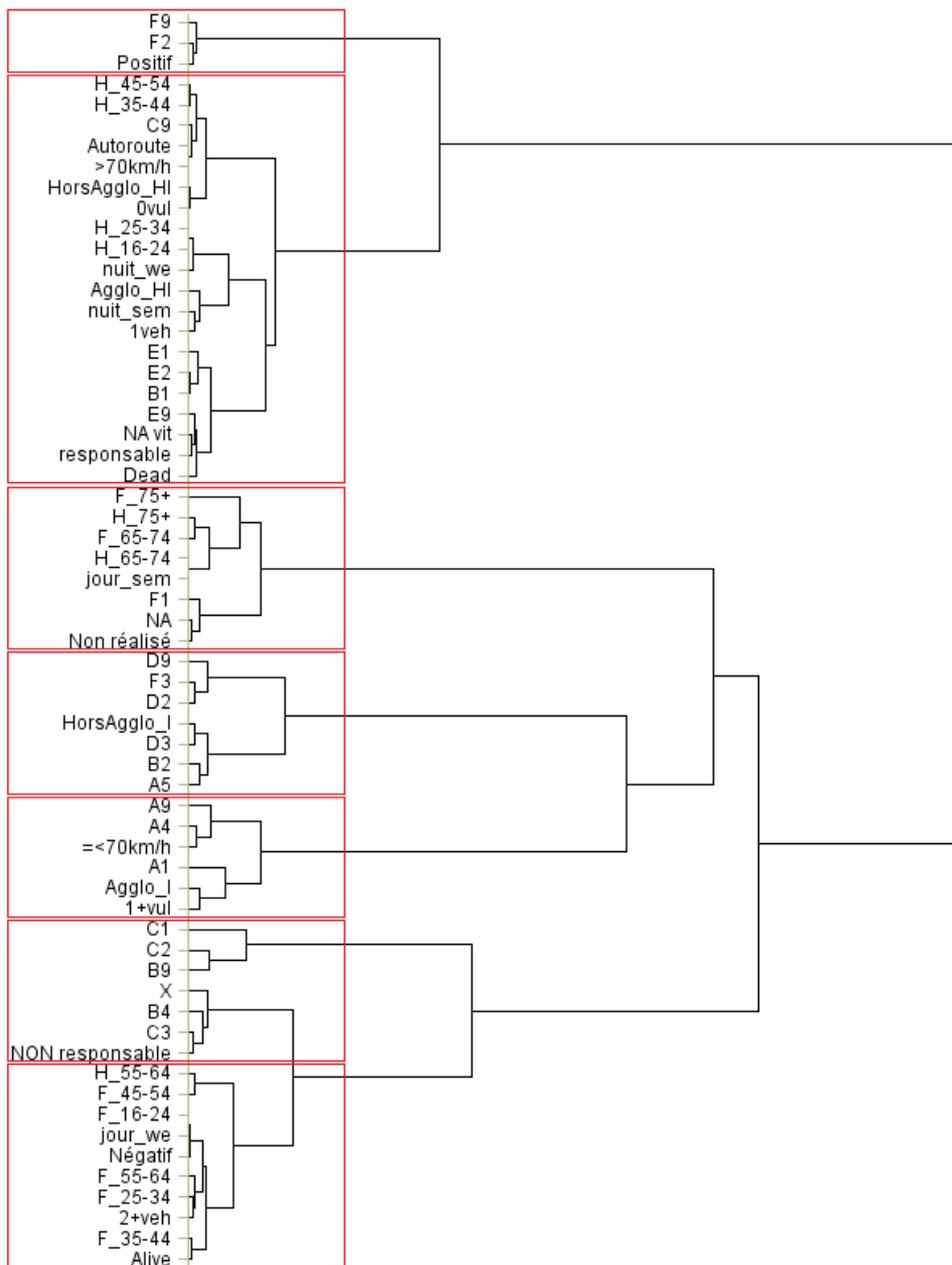


FIGURE 1. DENDROGRAMME EN 7 GROUPES

Les 7 profils de conducteurs de VL impliqués dans un accident mortel sont les suivants :

**Profil 1 :** il regroupe des hommes âgés de moins de 55 ans, décédés dans l'accident qui n'impliquait que leur véhicule et sans usager vulnérable, donc responsable de l'accident. Cet accident se produit plutôt sur autoroute à vitesse élevée, de nuit, quel que soit le jour de la

semaine. Les défaillances identifiées relèvent d'un problème de diagnostic (mauvaise évaluation d'une difficulté ponctuelle), de pronostic (sans autre précision), ou encore d'exécution (mauvaise contrôlabilité du véhicule face à une perturbation externe, défaut de guidage sans intervention d'un élément externe, ou sans autre précision).

**Profil 2** : il regroupe des femmes de moins de 65 ans et des hommes entre 55 et 64 ans, non décédés dans l'accident, et négatifs au test d'alcoolémie. Leur accident impliquait au moins un autre véhicule motorisé et il se produit plutôt de jour et le week-end. Ce profil n'est pas caractérisé par un type particulier de défaillance humaine.

**Profil 3** : il s'agit de d'hommes et de femmes âgés de 65 ans ou plus, avec une alcoolémie non testée. Leur accident se produit plutôt de jour et la semaine. La défaillance relève d'une perte des capacités psychophysiologiques, à la suite d'un endormissement, d'un malaise ou autre ou la défaillance n'a pas pu être identifiée.

**Profil 4** : Il regroupe des conducteurs dont l'accident survient en intersection en agglomération, avec une vitesse avant impact inférieure à 70km/h. Le profil est caractérisé par la présence d'au moins un usager vulnérable et la défaillance du conducteur relève d'un problème détection, plus précisément lié à une difficulté d'accès à l'information ou une interruption momentanée de l'activité de recherche d'informations.

**Profil 5** : Il regroupe des conducteurs dont l'accident survient en intersection hors agglomération. Plusieurs types de défaillances caractérisent ce profil : un problème de détection (négligence de recherche d'information), de diagnostic (mauvaise évaluation du créneau de traversée d'intersection ou d'insertion sur une voie), de décision (non-respect délibéré ou non d'une règle de sécurité), ou encore d'un problème de défaillance globale caractérisée par un dépassement des capacités cognitives.

**Profil 6** : Il réunit des conducteurs non responsables. Le groupe est hétérogène dans le fait que certains n'ont aucune défaillance identifiée, et d'autres certaines des défaillances avec une erreur de diagnostic (mauvaise compréhension d'une manœuvre d'un autre usager, ou sans précision), ou encore une erreur de pronostic (surpris par la manœuvre d'autrui, attend une régulation d'autrui, ou surpris par un obstacle sur sa voie).

**Profil 7** : le dernier profil regroupe des conducteurs dont l'alcoolémie est positive, et qui ont une défaillance globale, liée en particulier à une altération des capacités sensori-motrices et cognitives dues à une prise de substances psychotropes.

### **6.3. CONCLUSION**

Sur les sept profils mis en évidence, les trois premiers profils sont caractérisés par l'âge et le sexe du conducteur. Le profil 1 est constitué d'hommes de moins de 55 ans, le profil 2 de femmes de moins de 65 ans et d'hommes entre 55 et 64 ans, et le profil 3 est composé d'hommes et de femmes de 65 ans et plus. Ces trois profils se différencient en termes de défaillance humaine mise en évidence, le second profil étant le seul des 7 à ne présenter aucune défaillance humaine.

Étonnamment, les problèmes de détection ne sont pas spécifiques des conducteurs âgés. De nombreux travaux pointent en effet des déficits de prise d'information chez eux, mais finalement ces travaux sont conduits essentiellement chez des âgés. Le vieillissement est probablement un facteur aggravant des problèmes de détection, mais la prise d'information est essentielle quel que soit l'âge. Les erreurs de détection caractérisent donc un profil de conducteurs d'âge et sexe indifférents, avec des accidents qui se produisent plutôt en ville, là où la prise d'information est cruciale, et dans lesquels un usager vulnérable est souvent impliqué.

Ce sont plus généralement des défaillances liées à une perte des capacités psychophysiologiques qui sont identifiées chez les conducteurs âgés (profil 3). On retrouve en

particulier dans cette catégorie l'endormissement, ou encore le malaise. Ce groupe est également caractérisé par des conducteurs âgés pour lesquels il n'a pas été possible d'identifier la présence ou non d'une défaillance, ou encore d'alcool. Les conducteurs âgés meurent souvent dans leur accident, ce qui expliquerait ces taux élevés de données inconnues.

Les profils suivants ne pointent pas une classe d'âge ou un sexe en particulier. Les profils 4 et 5 correspondent à des accidents qui surviennent tous les deux en intersection, mais ils se distinguent par le fait que l'un est en agglomération avec un usager vulnérable et l'autre hors agglomération. Par conséquent, seul un défaut de détection de l'usager vulnérable est caractéristique du profil 4, alors que dans le profil 5 dont l'accident se produit en intersection hors agglomération, les défaillances sont plus hétérogènes : négligence de recherche d'information, mauvaise évaluation d'un créneau d'insertion, violation délibérée ou non d'une règle de sécurité, ou encore dépassement des capacités cognitives.

Les profils 5 et 6 sont plus hétérogènes sur les défaillances identifiées : le premier caractérise les erreurs dans les intersections hors agglomération, le second les absences d'erreurs ou bien les erreurs que font les conducteurs non responsables de l'accident lorsqu'ils sont confrontés au problème généré par l'autre. Le dernier est spécifique des conducteurs qui ont une alcoolémie positive. L'alcool qui affecte l'ensemble des fonctions de conduite provoque une défaillance généralisée. Aucune autre caractéristique n'est spécifique de ce groupe, le poids de l'alcool étant probablement majeur.

## ***7. SYNTHÈSE DES TÂCHES 1, 2 ET 4***

---

Les trois tâches proposées ont permis de caractériser les conducteurs de VL impliqués dans un accident mortel. Dans la première tâche, nous avons souhaité vérifier la validité de travaux menés précédemment sur le risque pour soi et sur le risque pour autrui, en partant non plus d'une responsabilité égale pour chaque conducteur de véhicule motorisé impliqué dans l'accident, mais avec une responsabilité déterminée par des experts. Nous avons recherché les caractéristiques des conducteurs de VL pour lesquels nous avons sous-estimé la responsabilité, puis celles pour lesquelles nous l'avons surestimée. Nous avons pu montrer ainsi que nos résultats restaient valides, à savoir que la dangerosité des conducteurs de VL vis-à-vis des autres usagers diminuait avec l'âge du conducteur.

Dans la seconde tâche, il nous paraissait important de préciser les caractéristiques de la dangerosité des conducteurs de VL, en proposant une approche multivariée. Pour cela nous avons proposé un indicateur de dangerosité des conducteurs vis-à-vis d'autrui, qui prend en compte la propre vulnérabilité de chacun à la mort. Ces résultats apportent des éléments de connaissances importants dans le débat sur l'activité de conduite des plus âgés, et pour justifier des messages de prévention spécifiquement à l'attention des plus jeunes. Un indicateur de dangerosité basé sur le taux d'AVP serait intéressant à suivre dans le temps en raison de l'évolution des technologies proposées dans les véhicules. A ce propos, compte tenu du taux élevé de défaillance humaine identifiée chez les conducteurs de VL, l'introduction progressive de véhicules de plus en plus automatisés conforte l'espoir d'une forte diminution de la mortalité des usagers de la route, qu'ils soient conducteurs ou autres usagers de la route. Des travaux spécifiques seront menés dans le projet SURCA (dévolution ex-FSR) piloté par l'IFSTTAR.

Dans la quatrième tâche du projet qui n'était pas prévue initialement, nous avons construit des profils des conducteurs de VL à partir de l'ensemble des caractéristiques précédentes.

L'étude de la proximité des caractéristiques entre-elles apporte des éléments de réflexion intéressants, avec des profils qui ciblent par exemple une classe d'âge ou un sexe donné, ou encore un profil qui n'est pas caractérisé par une défaillance humaine, contrairement aux autres. On peut toutefois regretter dans ce travail l'absence de l'indicateur de dangerosité des conducteurs de VL vis-à-vis d'autrui. En effet, l'analyse des profils a été menée avant la seconde tâche.

En conclusion de ce travail, et en **complément de la tâche 3 de ce projet** (rapport fourni en mars 2017 par Catherine Gabaude), nous espérons avoir contribué à une meilleure connaissance des conducteurs de VL impliqués dans un accident mortel, du point de vue de leur responsabilité, de leur dangerosité, ou encore de leur appartenance à un profil type.

## 8. BIBLIOGRAPHIE

---

- Amieva, H., Lafont, S., Auriacombe, S., Le Carret, N., Dartigues, J. F., Orgogozo, J. M., & Colette, F. (2002). Inhibitory breakdown and dementia of the Alzheimer type: a general phenomenon? *J Clin Exp Neuropsychol*, 24(4), 503-516.
- Amieva, H., Lafont, S., Auriacombe, S., Rainville, C., Orgogozo, J. M., Dartigues, J. F., & Fabrigoule, C. (1998). Analysis of error types in the trail making test evidences an inhibitory deficit in dementia of the Alzheimer type. *J Clin Exp Neuropsychol*, 20(2), 280-285. doi: 10.1076/jcen.20.2.280.1161
- Amieva, H., Lafont, S., Dartigues, J. F., & Fabrigoule, C. (1999). Selective attention in Alzheimer's disease: Analysis of errors in Zazzo's cancellation task. *Brain and Cognition*, 40, 26-29.
- Amieva, H., Lafont, S., Rouch-Leroyer, I., Rainville, C., Dartigues, J. F., Orgogozo, J. M., & Fabrigoule, C. (2004). Evidencing inhibitory deficits in Alzheimer's disease through interference effects and shifting disabilities in the Stroop test. *Arch Clin Neuropsychol*, 19(6), 791-803.
- Armoogum, J., Hubert, J. P., Roux, S., & Le Jeannic, T. (2010). « Plus de voyages, plus de kilomètres quotidiens : une tendance à l'homogénéisation des comportements de mobilité des Français, sauf entre ville et campagne ». *La Revue du Commissariat général au développement durable (CGDD)*, 5-24.
- Coquillat, A., Martin, J. L., Wu, D., & Lafont, S. (2015). Analyse de l'accidentologie des séniors (pp. 50 p): Projet VOIESUR - Véhicule Occupant Infrastructure Etudes de la Sécurité des Usagers de la Route.
- Garcia, C., Viallon, V., Bouaoun, L., & Martin, J. L. (2018). REPAS : Responsabilité estimée par apprentissage statistique: Projet REPAS - Rapport final, Convention 2201039839 DSR - IFSTTAR.
- Jacqmin-Gadda, H., Fabrigoule, C., Commenges, D., & Dartigues, J. F. (1997). A 5-year longitudinal study of the mini-mental state examination in normal aging. *Am J of Epidemiol*, 145(6), 498-506.
- Lafont, S., Amoros, E., Gadegebeku, B., Chiron, M., & Laumon, B. (2008). The impact of driver age on lost life years for other road users in France: a population based study of crash-involved road users. *Accid Anal Prev*, 40, 289-294.
- Lafont, S., Gabaude, C., Paire-Ficout, L., & Fabrigoule, C. (2010). Des conducteurs âgés moins dangereux pour les autres : étude des accidents corporels en France entre 1996 et 2005. *Le Travail Humain*, tome 73(n°1), 75-92.
- Lafont, S., & Laumon, B. (2003). Vieillesse et gravité des atteintes lésionnelles des victimes d'accident de la circulation routière (abridged version in english). *Recherche Transports Sécurité*, 79, 121-133.
- Le Carret, N., Lafont, S., Mayo, W., & Fabrigoule, C. (2003). The effect of education on cognitive performances and its implication for the constitution of the cognitive reserve. *Dev Neuropsychol*, 23(3), 317-337.

Martin, J. L., Derrien, Y., & Laumon, B. (2003). *Estimating relative driver fatality and injury risk according to some characteristics of cars and drivers using matched-pair multivariate analysis*. Paper presented at the 18th ESV Conference, Nagoya.

Parasuraman, R., & Haxby, J. V. (1993). Attention and brain function in Alzheimer's disease: a review. *Neuropsychology, 7*(3), 242-272.

Rainville, C., Amieva, H., Lafont, S., Dartigues, J. F., Orgogozo, J. M., & Fabrigoule, C. (2002). Executive function deficits in patients with dementia of the Alzheimer's type: a study with a Tower of London task. *Arch clin Neuropsychol, 17*(6), 513-530.

Van Elslande, P. (2003). Les erreurs des conducteurs âgés. Elderly drivers errors (abridged version in english). *Recherche Transports Sécurité, 81*, 190-202.