

Pierre Van Elslande
Magali Jaffard
Katel Fouquet
Jean-Yves Fournier

DE LA VIGILANCE À L'ATTENTION...



Influence de l'état
psychophysologique
et cognitif du conducteur
dans les mécanismes d'accidents

RAPPORT N° 280



LES COLLECTIONS DE L'INRETS

Les collections de l'INRETS

Le libre accès à l'information scientifique est essentiel pour favoriser la circulation du savoir et pour contribuer à l'innovation et au développement socio-économique. Pour que les résultats des recherches soient plus largement diffusés, lus et utilisés, l'Université Gustave Eiffel a fait le choix de numériser et de mettre à disposition en téléchargement gratuit, l'intégralité des ouvrages publiés dans les collections de l'Inrets.

La collection Recherches

La collection Recherches regroupe des ouvrages présentant un travail de recherche particulier en replaçant celui-ci dans son contexte scientifique, en détaillant la méthodologie de recherche suivie, les résultats originaux obtenus et leur exploitation et en ouvrant des perspectives à ce travail.

Cette collection s'adresse principalement aux scientifiques, ingénieurs, décideurs publics et politiques, services techniques des collectivités, industriels, associations et enseignants.

La collection Synthèses

La collection Synthèses regroupe des états de l'art dans un domaine donné, en s'appuyant sur une revue bibliographique rigoureuse avec éventuellement, un bilan de la contribution de l'institut et des autres membres de la communauté scientifique. Susceptible d'être lus par des non-spécialistes, ces ouvrages sont rédigés avec rigueur mais aussi avec un réel souci pédagogique.

La collection Outils et Méthodes

La collection Outils et Méthodes regroupe des présentations de techniques expérimentales, de méthodologies d'investigation ou d'exploitation des données, de logiciels, suffisamment génériques pour être utilisés dans différents domaines applicatifs.

Cette collection s'adresse principalement aux scientifiques, ingénieurs, services techniques des collectivités et industriels.


La collection Actes


La collection Actes regroupe des recueils de papiers ou de communications, présentés lors d'un séminaire, d'une journée spécialisée, d'un groupe de travail, ou d'un colloque. Il s'agit de textes originaux, sélectionnés par les responsables éditoriaux des Actes.


Cette collection s'adresse principalement à un public de scientifiques.

Les ouvrages des collections de l'Inrets sont diffusés sous la licence Creative Commons CC BY-NC-ND. Cette licence ne permet que la redistribution non commerciale de copies identiques à l'original. Dans ce cadre, les documents peuvent être copiés, distribués et communiqués par tous moyens et sous tous formats.



-  Attribution — Vous devez créditer l'œuvre et intégrer un lien vers la licence. Vous devez indiquer ces informations par tous les moyens possibles mais vous ne pouvez pas suggérer que l'Université Gustave Eiffel vous soutient ou soutient la façon dont vous avez utilisé son œuvre.

-  Pas d'utilisation commerciale — Vous n'êtes pas autorisé à faire un usage commercial de cette œuvre, tout ou partie du matériel la composant.

-  Pas de modifications — Dans le cas où vous effectuez une adaptation, que vous transformez, ou créez à partir du matériel composant l'œuvre originale (par exemple, une traduction, etc.), vous n'êtes pas autorisé à distribuer ou mettre à disposition l'œuvre modifiée.

Pierre Van Elslande
Magali Jaffard
Katel Fouquet
Jean-Yves Fournier

De la vigilance à l'attention...

Influence de l'état psychophysologique
et cognitif du conducteur dans
les mécanismes d'accidents

Rapport INRETS N° 280
2009

Les auteurs

Pierre Van Elslande INRETS-MA

Magali Jaffard INRETS-MA

Katel Fouquet INRETS-MA

Jean-Yves Fournier INRETS-MA

L'Unité de recherche

INRETS-MA, Département Mécanismes d'accidents

Chemin de la Croix Blanche – 13300 Salon de Provence

Ce rapport a bénéficié des commentaires et remarques des référés suivants :

Christophe Boujon, maître de conférence à l'Université d'Angers

Gilles Malaterre, Fondation Sécurité Routière

Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité – INRETS

Direction scientifique / politique éditoriale – Aude Lauby

25 avenue François-Mitterrand, case 24, F-69675 Bron cedex, France

Tél. : +33 4 72 14 23 00 – Fax : +33 4 72 37 68 37 – www.inrets.fr

© Les collections de l'INRETS

N° ISBN 978-2-85782-681-1 – N° ISSN 0768-9756

En application du code de la propriété intellectuelle, l'INRETS interdit toute reproduction intégrale ou partielle du présent ouvrage par quelque procédé que ce soit, sous réserve des exceptions légales

Table des matières

Synthèse	5
Introduction	7
Vigilance et attention : clarification des concepts	9
1. De la vigilance à l'attention	10
2. Vigilance et attention en conduite automobile.....	17
3. Méthode.....	36
Spécificités des accidents liés aux problèmes de vigilance	47
1. Échantillon étudié	47
2. Tâche de dysfonctionnement	47
3. Les défaillances induites par les problèmes de vigilance	48
4. Scénarios-types de production des défaillances généralisées	52
5. Vigilance et accidents : discussion.....	63
Spécificités des accidents liés aux problèmes d'attention	65
1. Échantillon étudié	65
2. Répartition des variables « attention ».....	66
3. Répartition générale des principales tâches de dysfonctionnement.....	66
4. Analyse d'ensemble des défaillances induites par un défaut d'attention du conducteurs	67
5. Analyse d'ensemble des facteurs amenant la production des défaillances liées à un problème attentionnel	69
6. Influence des variables attentionnelles sur les défaillances perceptives.....	72
7. Influence des variables attentionnelles sur les défaillances de diagnostic....	80
8. Influence des variables attentionnelles sur les défaillances de pronostic	86
9. Influence des variables attentionnelles sur les défaillances de décision.....	93
10. Influence des variables attentionnelles sur les défaillances d'exécution de l'action.....	100
11. Attention et accidents : discussion	105
Conclusion	109
Références	115

Synthèse

La vigilance et l'attention sont deux instances fondamentales qui gouvernent l'ensemble des fonctions impliquées dans l'activité de conduite. Elles constituent des entités essentielles à la réussite de la tâche et leurs perturbations sont reconnues pour participer à l'accidentalité. Cependant, dans le domaine de la sécurité routière, ces problèmes ont souvent tendance à être confondus et traités de manière trop générale. Dans le domaine des sciences cognitives, la vigilance réfère aux variations psychophysiologiques de l'état d'éveil vigile d'un individu, alors que le terme d'attention englobe une variété de processus qui interviennent dans le traitement de l'information. La présente étude cherche à qualifier précisément l'implication d'un défaut de vigilance et d'un défaut d'attention d'un point de vue accidentologique. Il s'agit ainsi d'appréhender les différentes facettes que recouvrent ces problèmes et d'analyser leur rôle respectif dans les mécanismes qui conduisent aux accidents de la route. L'analyse se base sur une exploitation approfondie de données détaillées d'accidents, selon un modèle d'analyse rendant compte des défaillances fonctionnelles humaines et de leurs conditions d'occurrence sous la forme de scénarios-types de production de l'erreur.

Les résultats indiquent que les problèmes de vigilance au volant donnent le plus souvent lieu à des accidents caricaturaux dans lesquels la chute du niveau de vigilance, quelle que soit son origine (alcool, fatigue, endormissement, médicament, drogue, etc.), est décisive et souvent seule en cause dans la genèse de la défaillance. Les accidents liés à un défaut de vigilance rassemblent ainsi différents groupes de conducteurs qui présentent des profils ou des modes de conduite similaires.

En revanche, les problèmes d'attention concernent tous types de conducteurs et les regroupements se feront plutôt sur la base des mécanismes accidentels. L'affectation des ressources attentionnelles à la tâche de conduite sera principalement déterminée par deux ordres de facteurs : l'expérience et l'environnement. Ainsi l'expérience de conduite va permettre le développement d'automatismes libérant des ressources pour la gestion des situations complexes. Mais, en contrepartie, la familiarité d'un trajet ou d'une manœuvre va favoriser un retrait des ressources d'attention de la tâche de conduite et conditionner un certain mode de conduite sur ce trajet connu. Complémentairement, un environnement monotone et un tracé facile vont favoriser l'inattention du conducteur, alors qu'un environnement complexe et surchargé en information aura tendance à placer le conducteur en situation de compétition attentionnelle. Par ailleurs, les problèmes d'attention montrent une forte variété dans leur degré d'impact, qui va de la simple contribution à la détermination directe des défaillances de conduite. Certains de ces problèmes, comme l'attention diffuse liée à la pratique routinière d'un trajet, y contribuent de façon plus fréquente mais montrent un potentiel d'impact

moins élevé. Ils constituent un problème latent qui aura tendance à s'actualiser lors d'une situation conflictuelle liée à l'infrastructure ou à la rencontre d'un autre usager. D'autres, telle l'orientation de l'attention vers une activité annexe, présentent une fréquence d'occurrence moins importante mais ont des répercussions capitales sur les conditions de conduite. Dans de nombreux cas, le manque d'attention contribue à une certaine négligence du risque routier et des indices alarmants d'une situation. La question de l'incidence relative des variables, et non seulement de leur fréquence d'intervention, est donc essentielle à considérer pour bien comprendre le rôle des facteurs vigiles et attentionnels dans la genèse des accidents.

Cette étude a comme principale vocation d'enrichir les connaissances fondamentales sur la contribution de ces différents facteurs dans l'accidentalité. Mais c'est dans une perspective résolument ergonomique que ces résultats doivent être orientés. Les problèmes vigiles et attentionnels rencontrés par les conducteurs sont investigués dans leur variété du point de vue de leur nature, de leurs fondements et de leurs contextes d'inscription. Ceci, dans l'objectif de caractériser précisément les conditions sous lesquelles différentes mesures – intéressant l'aménagement, l'aide à la conduite, la formation – seront à même d'y remédier ou de les modérer. Ces nouvelles connaissances ont notamment un impact important dans le cadre du développement et de la mise en application d'aides à la conduite, et ce à différents égards. Premièrement, les solutions à apporter doivent donc être adaptées à la spécificité des différents problèmes vigiles et attentionnels. Il s'agit, par exemple, de ne pas perturber un opérateur par le déclenchement d'une alarme censée éveiller sa vigilance alors qu'il est déjà en surcharge attentionnelle... Deuxièmement, pour une meilleure efficacité, les dispositifs d'aides à la conduite au sens large doivent, dans leur conception, prévenir et compenser les effets négatifs de ces paramètres, de façon à permettre aux futurs utilisateurs une bonne appréhension des informations transmises, en dépit de leur état psychophysiologique et des problèmes attentionnels qui les caractérisent parfois.

Introduction

Les problèmes relatifs à l'état vigile et attentionnel du conducteur ont une incidence reconnue en accidentologie. Ces problèmes ont toutefois tendance à être étudiés de façon très globale, selon une problématique trop générique inscrite sous le label de « vigilance », ce qui ne permet pas toujours une compréhension bien claire des processus en jeu dans les accidents. Les « défauts de vigilance » font parfois référence à des phénomènes aussi divers que la somnolence, la distraction, la préoccupation, etc. Il s'agit donc d'appréhender les différentes facettes que recouvrent ces problèmes et d'analyser précisément leur rôle respectif dans les mécanismes qui conduisent aux accidents de la route. C'est ce que propose la présente étude, par une exploitation de données détaillées d'accidents, selon un modèle d'analyse rendant compte des défaillances fonctionnelles humaines et de leurs conditions d'occurrence sous la forme de scénarios-types de production de l'erreur.

Dans une logique de clarification de concept, nous recensons dans une première section les différentes variables liées à la vigilance et l'attention tel qu'il en est fait état dans la littérature psychophysique et cognitive ainsi que dans les travaux ressortant du domaine de la conduite automobile en situation normale et critique. Face au constat d'une certaine hétérogénéité conceptuelle qui ressort de ces travaux, nous proposons un découpage opérationnel entre les problèmes de vigilance et les problèmes d'attention en conduite automobile. Selon ce découpage, la vigilance fera référence au support psychophysique du comportement : l'état d'éveil vigile ; l'attention renverra aux aspects cognitifs de l'activité : l'orientation de la pensée. Dans le cadre du fonctionnement intégré d'un organisme, il est bien évident que des liens s'établissent entre ces deux ensembles de processus, qui sont à regarder sous l'angle d'un saut qualitatif dans une continuité fonctionnelle. Mais, dans un objectif de clarification et d'opérationnalité, la distinction entre vigilance et attention est ici volontairement dichotomisée.

Nous présentons ensuite les objectifs de cette étude¹, les enjeux qu'elle sous-tend et la méthodologie utilisée pour le mener à bien. Cette recherche s'appuie sur des données de terrain spécifiques. Les Études Détaillées d'Accidents de la route (EDA) réalisées par des équipes pluridisciplinaires et s'appuyant sur des modèles d'analyse éprouvés permettent une analyse en profondeur des mécanismes accidentels et des processus de dysfonctionnement qui y participent. Ces données seront investiguées de façon à montrer les liaisons qui s'instaurent entre les différents facteurs (et notamment de vigilance et d'attention) qui participent à

¹ Cette étude s'appuie en partie sur les résultats du projet Predit VIGA (2003-2005) qui s'est attaché à démêler ces questions de vigilance et d'attention dans le contexte de la conduite et de l'accidentalité.

la dégradation des situations, et les défaillances fonctionnelles qui en résultent pour les conducteurs.

Nous entrerons enfin dans le détail des résultats que l'analyse en profondeur de données détaillées d'accidents fait ressortir, d'une part pour la vigilance, d'autre part pour l'attention². Ces résultats font apparaître que les problèmes d'ordre attentionnel ont une fréquence d'occurrence plus importante que les problèmes de vigilance dans les accidents corporels de la circulation. En contrepartie, les déficits de vigilance présentent un degré d'impact plus élevé que les défauts d'attention dans la genèse de ces accidents. Les premiers se suffisent le plus souvent à eux-mêmes pour provoquer une défaillance, alors que les seconds nécessitent généralement l'intervention corollaire d'autres éléments. Les résultats font par ailleurs ressortir un certain systématisme dans les manifestations accidentologiques des problèmes de vigilance, au sens où ils se traduisent le plus souvent par une altération des capacités d'adaptation, même à des situations qui ne présentent pas de difficultés particulières ; et aboutissent communément à une perte de contrôle du véhicule. Les problèmes attentionnels montrent, en revanche, une beaucoup plus grande variété dans leurs contextes d'émergence et dans leurs mécanismes. Ils se répercutent prioritairement sur les processus perceptifs engagés dans la conduite, notamment lors de la rencontre de situations complexes.

Les résultats dégagés dans cet ouvrage permettent de progresser dans la connaissance de ces variables relatives à l'état du conducteur, trop souvent simplifiées ou confondues, que sont la vigilance et l'attention. Ils conduisent à définir plus opérationnellement les facteurs en cause dans les accidents et, par là, les moyens de les combattre.

² Un paragraphe de discussion à l'issue de chacune de ces parties permettra au lecteur d'acquérir une vue d'ensemble de ces résultats.

Vigilance et attention : clarification des concepts

L'attention et la vigilance sont des notions qui semblent évidentes à tous. Mais alors que ces termes sont triviaux dans le langage courant, ils englobent une quantité de processus différents dans le langage scientifique. La vigilance réfère aux variations psychophysiologiques de l'état d'un individu. Elle se caractérise par un continuum qui va du sommeil le plus profond jusqu'à la veille la plus active (hyperexcitation) (Moessinger *et al.*, 2006). Selon Macworth (1950), « La vigilance est un état de préparation nécessaire pour détecter et répondre au plus petit changement apparaissant dans l'environnement à des intervalles de temps aléatoire ». En effet, un certain niveau d'éveil vigile est indispensable pour effectuer n'importe quelle tâche courante. Mais pour être nécessaire, ce niveau de vigilance n'est le plus souvent pas suffisant pour la réalisation correcte de l'activité. L'attention investie dans une tâche conditionne également grandement la performance. Mais son étude est rendue difficile par la multitude des processus que ce concept recouvre, qui vont de la sélection de l'information à la résolution de conflit, en passant par la mobilisation de ressources attentionnelles, la focalisation attentionnelle ou la prise de décision. Williams James en a donné une définition devenue classique : « l'attention est la sélection sous forme claire et précise d'une information ou d'un événement extérieurs de la pensée et son maintien dans la conscience ». James distingue ainsi principalement deux fonctions dans l'attention : « la sélection de l'information » et « le maintien de l'information ». Ainsi, l'attention peut se définir comme une sélection consciente d'une partie des stimulations disponibles, que ces stimulations soient environnementales ou internes (pensées, préoccupations, etc.). Comme le discutent Vital-Durand et Knoblauch (2006), cela suppose que l'attention est conditionnée par les capacités sensorielles, l'état cognitif de la personne, son niveau de vigilance, ses apprentissages et ses motivations. Vigilance et attention sont donc bien des processus distincts, mais interdépendants. L'influence du niveau d'attention par l'ensemble de ces variables doit donc nécessairement être pris en compte, notamment dans le cadre de l'étude d'une activité située telle que la conduite automobile.

La présente analyse a pour but principal de considérer le rôle de la « vigilance » et de « l'attention » dans la survenue des accidents de la route. Elle vise à décrire les processus que recouvrent ces notions qui sont appréhendées de manière englobée dans ce domaine d'application. Les variables qui sont en jeu sont complexes et doivent donc être étudiées dans leur complexité. Il s'agit de ne pas réduire, par exemple, les problèmes de vigilance à la seule somnolence ou les problèmes d'attention à la seule distraction, sous peine de passer à côté

des enjeux et des solutions qui correspondent à ces problèmes. La mise à plat des différentes facettes que recouvrent les processus liés à la vigilance et à l'attention permettra de mieux isoler les défaillances qui sont du ressort de l'une et/ou de l'autre. L'analyse de leur inscription au sein de scénarios accidentogènes permettra de déterminer le niveau d'influence de ces différentes variables dans la dégradation des situations de conduite.

1. De la vigilance à l'attention...

L'objectif de cette section est de définir les notions qui sont utilisées par la suite dans l'étude, sur la base d'un modèle schématisant le fonctionnement et l'enchevêtrement des processus vigilo-attentionnels. Ces processus interviennent dans de nombreux aspects du traitement de l'information, des plus basiques tels que les traitements perceptifs ou moteurs, jusqu'aux plus élaborés comme la résolution de conflit dans des tâches complexes. En d'autres termes, une grande variété d'opérations mentales et comportementales impliquent des phénomènes vigilo-attentionnels : mobiliser les ressources permettant de maintenir une concentration et un niveau d'éveil suffisant, sélectionner les informations, focaliser l'attention, résister à la distraction, contrôler de façon cohérente l'activité, permettre l'adaptation et la flexibilité, etc.

Ces processus vigilo-attentionnels permettent ainsi de contrôler, régler, ou moduler la quasi-totalité de nos activités psychologiques lorsque celles-ci s'appuient sur des représentations perceptuelles, conceptuelles et motrices. Mais l'attention réfère à un aspect qualitatif du traitement de l'information et se distingue en ce sens de la vigilance qui réfère plutôt à un aspect quantitatif du niveau d'éveil. C'est en ce sens que nous allons distinguer ces deux notions pour l'étude détaillée des accidents de la circulation routière.

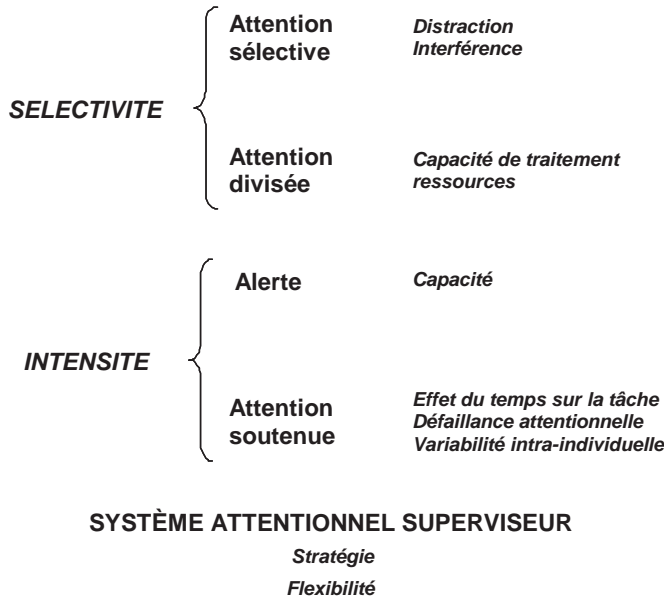
1.1. Un modèle de fonctionnement des processus vigilo-attentionnels

Une quantité de modèles théoriques ont tenté de définir le fonctionnement et l'articulation des différents processus vigilo-attentionnels. Nous nous appuyerons essentiellement sur le modèle de Van Zomeren et Brouwer (1994) qui nous semble le plus complet et le plus adapté à notre approche accidentologique. Dans ce modèle, les auteurs distinguent principalement deux dimensions attentionnelles : la sélectivité et l'intensité, dont l'ensemble serait modulé par un système attentionnel superviseur (SAS).

1.1.1. Le système attentionnel superviseur (SAS)

Comme son nom l'indique, ce système est responsable de la stratégie, la coordination et la flexibilité des différents types d'attention. Ce système intervient principalement dans les tâches non routinières dans lesquelles une conscience de la situation est requise, mais également lorsqu'une décision doit être prise et que le maximum des ressources est engagé. Il permet également d'établir une stratégie d'action en mobilisant les routines nécessaires à une réponse adaptée. Ce système est donc responsable de la flexibilité de l'organisme.

Figure 1 : représentation schématique du modèle de Van Zomeren et Brouwer (1994)



1.1.2. L'intensité

La notion d'intensité renvoie au concept de vigilance, comprenant deux dimensions : l'une phasique, l'autre tonique.

- **La dimension phasique** se rapporte au changement rapide et transitoire du niveau d'éveil, qui se produit généralement en réponse à un signal d'alerte, qui peut lui-même être endogène (provoqué par un stimulus interne) ou exogène (provoqué par un stimulus externe) (Fernandez-Duque et Posner, 1997 ; Sturm et Willmes, 1999). Ce phénomène d'alerte est défini par Richard (1980) comme caractérisant la mobilisation énergétique de l'organisme, permettant une meilleure réceptivité non spécifique du système aux informations externes et internes.
- **La dimension tonique** correspond à des variations plus lentes du niveau d'éveil. Cette dimension est plus couramment définie par le terme de « vigilance » ou d'« attention soutenue ». Ces deux termes ont souvent été et continuent parfois à être utilisés de façon synonymique dans certaines études. Pourtant, Mackworth a proposé en 1957, une définition de la vigilance qui prévaut encore aujourd'hui : « état de préparation à détecter et à réagir à certains changements discrets apparaissant à des intervalles de temps variables au sein de l'environnement ». Précisons que cet état préparatoire est également maintenu dans les cas où un évènement devant être traité

est susceptible d'apparaître. En effet, un traitement actif n'est pas nécessaire pour maintenir un certain niveau de vigilance, la perspective de ce traitement suffit. En bref, cet état physiologique préparatoire correspond à un rehaussement non spécifique du niveau d'activation du système nerveux, pouvant influencer l'ensemble des étapes de traitement de l'information, de l'entrée sensorielle à la réponse motrice fournie.

Dans un souci de clarté, le terme « vigilance » sera utilisé pour qualifier ces processus d'activation non spécifiques de l'organisme. Il se différenciera en cela du terme « attention » désignant l'ensemble des processus qui conditionnent l'orientation des ressources cognitives de ce même organisme.

1.1.3. La sélectivité

La quantité d'information pouvant être traitée à un moment donné par une personne est limitée. Cette personne doit donc sélectionner les informations les plus pertinentes à traiter et partager son attention entre les différentes sources d'information qui y correspondent. On distingue donc ici deux composantes attentionnelles : l'attention sélective et l'attention divisée.

- **L'attention sélective** : l'attention sélective correspond à la capacité de centrer ses ressources cognitives afin de sélectionner un stimulus pertinent (qui sera traité) parmi des distracteurs ou stimuli non pertinents (qui doivent être ignorés). Le but de la sélection est de réguler l'accès aux étapes de traitement de plus haut niveau, qui ont une capacité limitée (Broadbent, 1958). Le mécanisme qui sous-tend l'attention sélective est double : il correspond d'une part à l'activation qui va permettre l'allocation des ressources attentionnelles du sujet aux éléments pertinents (Mangun *et al.*, 1998) ; il met en œuvre d'autre part, et en parallèle, l'inhibition qui permet de filtrer des éléments distrayants (Vink *et al.*, 2005). À travers ce double jeu des mécanismes, deux notions ressortent : la *focalisation*, c'est-à-dire la sélection volontaire ou induite par les stimulations externes, de certains éléments de l'environnement afin d'en traiter plus efficacement d'autres (James, 1890), et la *distractibilité* qui représente la difficulté à maintenir le focus attentionnel sur les éléments pertinents. La focalisation attentionnelle peut s'opérer sous le contrôle volontaire du sujet (processus endogènes), ou au contraire être déclenchée par l'apparition d'une stimulation externe (processus exogènes). On qualifie de « sélective » cette modalité de l'attention dans la mesure où elle amène à se préparer à traiter une information plutôt qu'une autre. Par définition, cette sélection occasionne des bénéfices (amélioration des capacités de traitement et de réponse à l'élément sélectionné) et des coûts (ralentissement ou absence de traitement des informations non sélectionnées).
- **L'attention divisée** : l'attention divisée correspond à la capacité de partage des ressources attentionnelles entre plusieurs stimuli pertinents. Cette composante conditionne la capacité de réaliser deux choses en même temps, comme conduire et écouter un passager. Cette fonction dépend d'au moins

deux mécanismes distincts : la vitesse de traitement de l'information et les stratégies employées pour ce traitement. La vitesse de traitement représente le nombre d'informations pouvant être traité par unité de temps et conditionne donc directement la capacité à traiter simultanément plusieurs tâches. La stratégie de traitement va amener le sujet à répartir ses ressources attentionnelles de manière adaptée à ses buts et ses connaissances. Ainsi, les processus de flexibilité et la gestion du temps accordé à chaque tâche sont des fonctions nécessaires à la coordination de l'ensemble.

1.2. Attention et capacités de traitement : processus automatiques versus processus contrôlés

Quels que soient les modèles considérés, l'ensemble de la littérature s'accorde sur le fait que les capacités attentionnelles sont limitées (Broadbent, 1958 ; voir Camus, 1996). Cette notion sous-entend que le système n'est pas capable de traiter un nombre infini d'informations, et qu'il doit donc prendre des décisions concernant les informations à traiter et celles qu'il faut négliger : c'est l'essence même de la sélection attentionnelle. En d'autres termes, le système sélectionne les informations à traiter et inhibe les informations non sélectionnées.

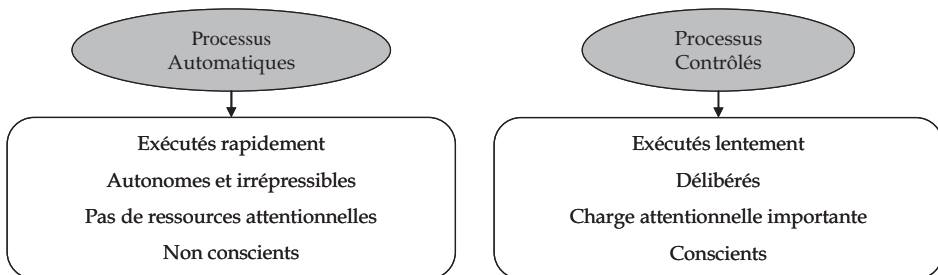
Afin de libérer des ressources pour les tâches requérant une charge attentionnelle importante, le système cognitif possède la capacité d'automatiser une partie des traitements. Les processus automatiques présentent des caractéristiques opposées à celles des processus contrôlés. Schneider et Shiffrin (1977) ont défini cette dichotomie de la façon suivante. Les processus contrôlés sont lents, sériels, nécessitent de la conscience et une grande charge attentionnelle. En revanche, les processus automatiques fonctionnent de manière non consciente et non délibérée, ils consomment peu d'attention. Ils se développent à la suite d'un apprentissage consistant (demandant un couplage récurrent entre une stimulation et une réponse comportementale) (cf. Figure 2). Le développement de tels automatismes permet de s'affranchir des limites de la capacité du système grâce à la mise en œuvre d'un traitement en parallèle qui consomme peu de ressources attentionnelles. Cependant, la notion d'absence de charge attentionnelle signifie que certaines actions peuvent être déclenchées de manière non optionnelle et non contrôlée, autrement dit : par automatisme. En règle générale, le libre cours de ces automatismes est bénéfique et efficace. Mais dans certains cas, leur déclenchement peut parasiter le traitement et provoquer des comportements inadaptés à une situation (Van Elslande et Alberton, 1997).

Anderson (1981, 1982, 1987) et Logan (1985 a et b) modèrent la conception de comportements tout automatiques. Ces auteurs suggèrent que l'automatisation se caractérise plutôt par une modification de la distribution de l'attention que par l'élimination progressive de l'attention. Lorsqu'un comportement n'est pas automatisé, tout au long de l'apprentissage, l'attention se porte sur le contrôle pas à pas de chacune des séquences de la procédure, au dépend des contrôles plus centraux et plus stratégiques. Lorsque le comportement est automatisé, l'attention peut se porter sur l'identification des conditions requérant une réponse et sur la vérification des résultats de cette réponse. En d'autres termes, au cours

de l'automatisation, l'attention se détache du contrôle des étapes intermédiaires pour se focaliser sur le but à atteindre. Ceci ne signifie pas qu'un comportement une fois automatisé est exempt de tout contrôle. Mais le type de contrôle évolue. Ainsi, pour un comportement automatique, des contrôles seront nécessaires à des moments stratégiques pour valider la conformité de la réponse. On peut prendre l'exemple du suivi d'un itinéraire. Un trajet peu connu sera traité sur un mode contrôlé recourant fortement aux capacités attentionnelles. Un trajet très familier sera traité sur un mode automatisé ne requérant un contrôle qu'à certaines étapes-clés : carrefours, interactions de trafic, etc.

Ainsi, le système cognitif fait preuve d'une capacité d'économie de ses ressources en conférant un caractère automatisé à certaines composantes de son activité. En contrepartie, les activités dites « contrôlées » bénéficient de l'allocation de la majorité des ressources, dans la limite de l'empan attentionnel de l'individu (Leclercq et Zimmermann, 2000). La coopération de ces deux modes de traitement de l'information est donc un point essentiel, encore aujourd'hui largement discuté dans la littérature psychologique et neurocognitive.

Figure 2 : caractérisation des processus automatiques et des processus contrôlés



Pour résumer, on relève deux caractéristiques essentielles du fonctionnement des processus attentionnels. Le premier repose sur les capacités de traitement limitées des ressources attentionnelles. Lorsque la demande cognitive augmente et atteint la limite des capacités de traitement, on aboutit à une surcharge cognitive. De ce premier point découle le second. La capacité limitée de traitement rend nécessaire une articulation entre des processus automatiques, dont le déroulement ne nécessite pas ou peu de ressources attentionnelles, et des processus contrôlés qui ont un coût cognitif plus important.

De ces caractéristiques résultent plusieurs conséquences sur les performances cognitives, qui ont un impact important au cours de la tâche de conduite :

- la performance est fonction des ressources disponibles pour la tâche : plus il y a de ressources disponibles pour une tâche, meilleures pourront être les performances (sous réserve bien sûr que ces ressources soient bien investies dans la tâche en cours) ;

- la performance dans une tâche est fonction de la charge cognitive : plus le traitement d'une tâche nécessite de processus et sollicite de ressources, plus la performance décroît ;
- lorsque deux tâches sont effectuées simultanément, si les ressources sont transférées de la tâche 1 à la tâche 2, alors les performances dans la tâche 1 diminuent ;
- l'automatisation de certaines tâches, grâce à l'apprentissage, permet de libérer des ressources et de rendre le système disponible pour la réalisation de tâches nouvelles ou non automatisables ;
- mais un revers de cette automatisation est qu'elle peut dans certains cas occasionner des effets indésirables par un déclenchement inapproprié de comportements automatisés.

1.3. Automatisation et niveau de contrôle de l'activité : modèle Skills-Rules-Knowledge

Comme nous venons de le voir, l'automatisation des connaissances et des comportements constitue une solution à la limitation en ressources du système cognitif humain. L'automatisation s'acquiert suite à une pratique consistante d'une même activité et se met donc en place de façon concomitante à l'expertise. Selon Anderson (1985), l'expertise s'installe en trois temps :

- un premier stade « cognitif » qui représente le stade d'acquisition d'une nouvelle tâche. À ce stade, l'opérateur se doit d'engager un maximum de ressources pour réaliser cette tâche ;
- un stade « associatif » au cours duquel, l'opérateur a acquis les règles et des schémas spécifiques de cette nouvelle tâche dans un nouvel environnement ;
- un stade « autonome » qui représente le vrai stade de l'automatisme. Les connaissances et les comportements sont complètement automatisés. L'opérateur a des difficultés à décrire verbalement ce qu'il est en train de faire.

On notera cependant que toutes les tâches ne sont pas forcément automatisables, notamment si elles comportent certaines conditions de variations. Et si certaines composantes de la tâche peuvent l'être, l'ensemble d'une tâche telle que la conduite n'est pas réalisable sur un mode automatique. Le passage quotidien au niveau d'une intersection peut être en partie automatisé (ralentissement, rétrogradation, prise d'information, ...), cependant l'ensemble du comportement ne peut pas l'être. Les prises de décision dépendent d'un traitement spécifique de la tâche à un temps T. Rasmussen (1976) propose ainsi dans son fameux modèle SRK (Skills, Rules, Knowledge) trois niveaux de contrôle. Ces trois types de comportements se distinguent par le niveau de traitement requis pour aboutir à une réponse adaptée (ou du moins estimée comme adaptée par l'opérateur). Ainsi, on distingue :

- Les comportements basés sur les habiletés (Skills) pour lesquels aucun contrôle attentionnel conscient n'est requis. Ce niveau de fonctionnement

basé sur les automatismes correspond à un raccourci dans le parcours d'ensemble des étapes fonctionnelles, sur la base d'une forte répétitivité dans l'activité. L'activité humaine peut ainsi être contrôlée par des configurations mémorisées d'instructions préprogrammées et pouvant se déclencher entièrement même si tous les critères ne sont pas réunis (par exemple le contrôle de la vitesse et de la direction d'un véhicule). La simple détection d'une situation génère de manière automatique une réponse. L'opérateur n'est pas capable de verbaliser comment il contrôle son comportement, ni de déterminer ce qui l'a déclenché (Rasmussen, 1983).

- Les comportements basés sur des règles (Rules). Ces comportements peuvent être coûteux en ressources, mais le choix d'une procédure passe par l'identification d'une situation proposant plusieurs réponses possibles. Le choix de cette réponse étant conditionné par l'application de règles associative. Par exemple, **si** le véhicule devant met son clignotant à droite, **alors** il va tourner à droite. On retrouve dans ces comportements une forme de raisonnement, mais qui ne fait pas appel à une interprétation complexe de la situation. Ces comportements nécessitent un certain niveau d'attention. L'opérateur est conscient de sa stratégie et contrairement aux « skills », il est capable de verbaliser les raisons de son action.
- Les comportements basés sur les connaissances (Knowledge) sont nécessaires lorsque aucune règle associative ne permet de gérer la situation. Ce mode de fonctionnement entre en jeu dans les situations nouvelles, pour lesquelles les actions doivent être planifiées en temps réel en s'appuyant sur des processus analytiques. Le problème est résolu en se basant sur les connaissances, sur l'expérience et le contrôle conscient du sujet.

En situation de conduite, ces différentes modalités de régulation des comportements s'articulent de manière à fournir des réponses adaptées aux exigences d'une situation. Cette régulation comportementale s'opère dans le temps et dans l'espace, selon un principe de compromis cognitif en fonction duquel les opérateurs vont chercher à optimiser les ressources qu'ils affectent à chaque moment de leur activité aux différents aspects de leur tâche. Et c'est cette gestion des ressources qui leur permettra de fonctionner efficacement dans la durée. Amalberti et Malaterre (2001) rendent compte de ce mode de fonctionnement par la notion d'optimalité cognitive, définie comme un compromis permettant une atteinte dynamique de l'objectif avec une performance suffisante.

Fonctionnellement parlant, une forme de chef d'orchestre doit coordonner l'ensemble. C'est ce à quoi correspond le « superviseur attentionnel », selon Norman et Shallice (1986) et repris par Van Zomeren et Brouwer (1994), qui a comme principale fonction d'assurer la gestion des priorités de déroulement des conduites. Ce superviseur élabore un plan de conduite en coordonnant l'ensemble des sous-routines de traitement, mais pas seulement. Il s'applique également sur ce que l'on convient d'appeler les fonctions exécutives (voir Camus, 1996). Ces fonctions exécutives concernent les diverses activités cognitives impliquées lors de conduites non routinières. On englobe sous cette terminologie, les compor-

tements permettant l'élaboration de stratégies nouvelles, la réactualisation et la révision des stratégies en fonction des changements externes, la vérification, tout au long de l'exécution de la tâche, de la compatibilité entre les performances et les objectifs fixés, l'évaluation de la faisabilité de la stratégie, la prise en compte des compétences de l'opérateur et des délais impartis pour une réponse. En d'autres termes, le contrôle attentionnel superviseur intervient à tous les stades de traitement, de la prise d'information, à l'élaboration d'un plan comportemental, à la mobilisation des ressources et/ou routines nécessaires, à l'anticipation des conséquences d'un comportement, l'exécution d'une réponse, l'évaluation des résultats en fonction du but fixé. Même dans les comportements les plus automatiques, on retrouve des émergences attentionnelles qui contrôlent la progression vers un but d'un comportement. Ces contrôles attentionnels constituent une protection interne qui permet de tirer la sonnette d'alarme en cas de problème. Ainsi, aucun comportement ne peut se dérouler du début à la fin sans aucune ressource attentionnelle (Amalberti, 2001).

Ce superviseur attentionnel doit en permanence mettre en rapport les compétences et connaissances de l'opérateur – qui déterminent la représentation de la situation que cet opérateur va élaborer – avec les contraintes endogènes (motivation, stress, émotion, ...) et exogènes (contexte environnemental, urgence de la situation, ...) de la situation. En d'autres termes, le superviseur agit dans l'élaboration d'un plan d'action, dans son suivi, mais doit également être capable d'interrompre un plan en cours pour prendre en compte de nouveaux éléments. La réponse du superviseur peut alors être : soit d'élaborer une stratégie nouvelle, soit de lancer une routine qui n'était pas prévue au départ. L'exemple cité par Camus (1996), est celui de la lecture. Si dans l'environnement, on nous présente une stimulation lisible, il y a de grande chance que la routine « lecture » soit activée bien que dans la tâche de conduite elle ne soit pas prévue au départ.

Le superviseur attentionnel agit donc sur et à recours, à la fois, aux comportements basés sur les automatismes, sur les règles et sur les connaissances pour harmoniser l'activité.

2. Vigilance et attention en conduite automobile

L'activité de conduite présente un certain nombre de caractéristiques (monotonie de certaines tâches, profusion d'informations à traiter pour d'autres, etc.) qui en font un terrain privilégié pour l'analyse située des mécanismes de vigilance et d'attention. C'est également une forte cible applicative des connaissances issues de cette analyse, étant donné l'enjeu d'un dysfonctionnement de ces processus d'un point de vue sécuritaire.

On a souvent tendance à regarder trop simplement la conduite. Dingès et Mallis (1998), par exemple, avancent que la tâche de conduite est fondamentalement une tâche de vigilance qui requiert des réactions psychomotrices et qui est très sensible à la fatigue. Cependant, la conduite est une activité complexe qui nécessite le traitement simultané d'informations dynamiques et variées prélevés

dans l'environnement de la tâche. La complexité de traitement nécessite donc, non seulement un niveau de vigilance important, mais également l'implication élevée de processus attentionnels (cognitifs) tels que l'attention sélective et l'attention divisée (voir Chapon et Bailly, 2006). Et la conduite est d'autant plus un modèle intéressant pour l'étude des processus vigilo-attentionnels qu'une partie de l'activité peut être fortement automatisée alors que tout une autre partie de cette même activité ne peut pas l'être et nécessite un traitement plus ou moins complexe selon la connaissance préalable des situations.

L'objectif de la présente section est de clarifier ce qui relève de la vigilance de ce qui relève de l'attention dans la tâche de conduite. D'une part, on a vu que ces concepts sont souvent confondus ; non seulement entre eux mais également avec d'autres notions telles que la fatigue, la somnolence, etc. D'autre part, il est nécessaire de distinguer les causes des problèmes de vigilance et d'attention, des conséquences que ces problèmes entraînent en termes de conduite. À ce titre, l'analyse accidentologique nous permettra de définir l'impact relatif de ces problèmes de vigilance et d'attention dans la survenue d'un accident de la route.

2.1. Vigilance et conduite automobile

La vigilance et les troubles qui lui sont associés sont depuis plusieurs années considérés comme un facteur essentiel dans la survenue des accidents de la route. À tel point que les autorités politiques en France ont inclus en 1997 les pathologies du sommeil et les troubles de la vigilance dans l'arrêté de 1988 ayant pour but de fixer la liste des incapacités physiques incompatibles avec l'obtention ou le maintien du permis de conduire.

Les travaux qui traitent des troubles de l'état vigile dans le domaine de la conduite automobile sont nombreux et ont donné naissance à une vaste littérature, surtout en ce qui concerne les problèmes d'hypovigilance. La fatigue est retenue par Tourreau *et al.* (1997) comme cause unique, principale ou secondaire d'un accident dans plus de 20 % des cas. La perte de vigilance, au sens opératoire du terme, est tenue pour responsable de 34 % des accidents mortels sur autoroute (Vallet, 1991), devenant ainsi la première cause des accidents qui s'y produisent (Lafont, 1991). Enfin, George (2000) fait état de ce que les accidents liés à l'endormissement représentent 16 % de la totalité des accidents survenus sur les routes principales et 20 % sur les autoroutes.

En liaison avec l'importance de ces problèmes d'hypovigilance en conduite automobile et la volonté politique de les réduire, de forts enjeux technico-économiques se sont attachés aux travaux orientés vers la mise au point de dispositifs d'aides à la conduite orientés vers la détection des problèmes de vigilance. Les recherches sur le contrôle de la vigilance des conducteurs ont débuté à la fin des années 70. Elles concernent aussi bien les appareils embarqués dans le véhicule pour la détection de l'état du conducteur, que les systèmes de détection de la position du véhicule dans sa voie.

Une troisième raison expliquant le nombre de travaux effectués sur les troubles de vigilance, vient du fait déjà noté que sous le terme de « vigilance » sont

souvent rassemblés des problèmes très variés, allant des maladies du sommeil aux processus d'inattention (George, 2000 ; Haraldsson *et al.*, 1990).

Enfin, l'abondance des travaux s'appuie sur la variété des moyens d'accès à ces processus, dont les signes s'observent aussi bien chez le conducteur lui-même que sur le comportement dynamique de son véhicule. Les travaux sur la détection de l'état du conducteur s'appuient ainsi sur deux schémas différents : d'une part, la baisse de vigilance est caractérisée par les variations d'indicateurs physiologiques du conducteur, qui sont repérés avant délivrance d'une alerte (électroencéphalogramme, tonus musculaire, mouvement des yeux, posture, etc.) ; d'autre part, la vigilance basse engendre des styles de conduite particuliers dont on cherche à retrouver les aspects spécifiques dans le comportement du véhicule (amplitude et fréquence des mouvements du volant, trajectoire du véhicule et position sur la voie, vitesse, etc.). Tous ces indicateurs de mesure ouvrent par conséquent de multiples axes de recherche (Khardi et Vallet, 1995). Si tous ces travaux constituent une base de connaissance non négligeable pour l'étude de la vigilance, ils présentent cependant quelques inconvénients et notamment, celui de ramener sous le thème de la vigilance une littérature qui traite souvent d'autres phénomènes que de celui de la vigilance à proprement parler. Par ailleurs, la majorité des études s'est souvent concentrée sur la conduite sur autoroute, puisque cette dernière est considérée comme la plus représentative des problèmes de baisse de vigilance (Lafont, 1991 ; Wertheim, 1991 ; Stevens et Minton, 2001). Pourtant, une grande part des accidents mettant en cause un problème de vigilance du conducteur ont lieu sur d'autres types d'infrastructure. D'autre part, ces différents travaux sur le problème de la baisse de vigilance au volant s'appuient généralement soit sur des études de laboratoire qui ne permettent d'étudier qu'une facette des problèmes réels, soit sur des exploitations de fichiers statistiques d'accidents qui ne renseignent que très superficiellement les processus humains en jeu.

2.1.1. Les facteurs de dégradation de la vigilance

Attention, vigilance, somnolence, endormissement, fatigue... sont autant de termes utilisés de manière interchangeable dans la littérature. Un tel amalgame induit une confusion entre les causes et les effets. Par exemple, une accumulation de fatigue induit nécessairement une diminution du niveau de vigilance qui peut dans certains cas aboutir à un endormissement. Ainsi, la fatigue est intimement liée à la notion de vigilance mais, si l'on cherche à démêler concrètement les choses, on relèvera que la baisse de vigilance est une conséquence de la fatigue. Toujours dans un but opérationnel, on relèvera également que la baisse de vigilance n'a pas comme seule origine la fatigue. En effet, le niveau de vigilance est également largement affecté par la consommation de psychotropes tels que l'alcool et le cannabis, pour ne citer que les plus fréquemment retrouvés dans les accidents de la route. On retiendra par ailleurs que le niveau de vigilance du conducteur peut être à la fois influencé par des facteurs endogènes (propres à l'état interne du conducteur) et par des facteurs exogènes (caractéristiques de l'infrastructure et de l'environnement de conduite), comme en rendent compte

notamment les travaux de Cabon *et al.* (1996), Thiffault et Bergeron (1997) et le NHTSA (2006)³. Cette double signature des états vigiles vient encore complexifier les choses. En effet, un environnement stimulant peut compenser, au moins temporairement, un niveau de vigilance faible. En revanche, un environnement monotone va avoir tendance à favoriser la somnolence, même chez quelqu'un qui n'y était *a priori* pas prédisposé. Les éléments endogènes et exogènes interagissent en permanence et c'est la résultante de ces effets qui permet de définir l'état de vigilance d'un conducteur à un instant T (Thiffault et Bergeron, 2003). La prise en compte de l'interaction d'une quantité de facteurs (endogènes et exogènes), à un instant précis, explicatifs de l'apparition d'une défaillance fonctionnelle du conducteur est le fondement de l'analyse accidentologique qui est proposée ici.

- Facteurs exogènes de la vigilance

Les situations routières monotones

Comme on l'indiquait, un environnement monotone peut produire une baisse du niveau de vigilance. La définition d'un environnement monotone varie selon les auteurs, mais tous s'accordent sur le fait que la quantité et la prédictibilité des événements et des stimulations qu'on y trouve conditionnent la monotonie de cet environnement (McBain, 1970 ; Wertheim, 1991). Retenons que c'est le caractère routinier et répété des stimulations qui qualifie la monotonie. En effet, la répétition de stimulations provoque les phénomènes d'habituation. Ce phénomène est bien connu au niveau neuronal. Ainsi, une stimulation répétée provoque une diminution de l'activation neuronale et explique la diminution des performances de détection. Lorsque la stimulation change, les performances sont immédiatement rétablies. En effet, la présentation d'une stimulation nouvelle rétablit immédiatement la décharge neuronale initiale, augmente le niveau d'alerte et mobilise l'attention.

De ce fait, les effets de la baisse de vigilance sont plus visibles dans un environnement monotone que dans un environnement riche d'informations (Desmond et Matthews, 1997 ; Matthews et Desmond, 2002). Liu et Wu (2009) démontrent que pour des conducteurs fatigués les performances diminuent lorsqu'ils passent d'un environnement complexe à un environnement monotone, et inversement, les performances de conduite s'améliorent lorsqu'ils passent d'un environnement simple à un environnement complexe.

Ainsi, l'environnement influence les performances de conduite de deux manières. Premièrement, un environnement monotone peut provoquer un phénomène d'habituation qui diminue le niveau de vigilance. Deuxièmement, un environnement simple et peu stimulant révèle la fatigue du conducteur alors qu'un environnement riche et provoquant une grande charge cognitive aura tendance à compenser les défauts de vigilance.

³ NHTSA : National Highway Traffic Safety Administration. L'étude est consultable sur : http://www.nhtsa.dot.gov/people/injury/drowsy_driving1/Drowsy.html

- Facteurs endogènes de la vigilance

La fatigue

La fatigue est définie comme un état psychophysiologique qui diminue la capacité de l'individu à effectuer une tâche, en altérant les états d'alerte et d'attention soutenue (Thiffault et Bergeron, 2003). Elle affecte l'humeur, la motivation, mais également l'ensemble des fonctions psychomotrices et cognitives. Elle induit par conséquent une baisse du niveau de vigilance et altère les performances dans des tâches de temps de réaction, de mémoire, de coordination psychomotrice, de prise de décision et ralentit le traitement de l'information (Lyznicki *et al.*, 1998, cf. European Road Safety Observatory, 2006). Au-delà de la baisse de performance, la fatigue induit une grande variabilité dans les performances, avec des moments où le fonctionnement peut paraître normal et des moments où la performance est altérée (Dinges et Kribbs, 1991). La fatigue peut être provoquée par différents phénomènes :

- la variation du rythme circadien ;
- le travail et/ou une activité fatigante ;
- le manque ou les troubles du sommeil ;
- le temps de conduite ;
- les caractéristiques individuelles (âge, condition physique, etc.).

Le rythme circadien

Le rythme circadien est un facteur avéré qui rend compte d'une variation de vigilance « naturelle ». Le nombre d'accidents augmente pendant les phases de vigilance basse au cours de la journée. Une étude du NHTSA (2006) montre que le risque d'accident lié à un endormissement varie en fonction de la tranche d'âge considérée et donc probablement en fonction du mode et des habitudes de vie. Par exemple, pour les moins de 45 ans et plus particulièrement pour les moins de 25 ans, le risque d'endormissement augmente pendant la nuit. En revanche, les conducteurs de plus de 65 ans sont confrontés à ce problème d'endormissement au volant aux alentours de 14 h, après le repas de midi. Du point de vue des données recueillies sur les accidents, les informations sur l'âge du conducteur, l'heure de l'accident et le niveau de vigilance ressenti par les usagers seront donc utiles pour traduire leur état vigile.

Les troubles du sommeil et de l'éveil

- La privation de sommeil : perte aiguë de sommeil et conditions de travail réduisant le sommeil

Le travail de nuit, les heures supplémentaires ou le travail posté contribuent à un risque de conduite en état de somnolence. Cette somnolence peut être chronique ou aiguë. Dans une enquête de l'état de New-York, près de la moitié des conducteurs assoupis accidentés (et plus d'un tiers de ceux qui ont conduit assoupis sans avoir d'accident) ont rapporté avoir travaillé de nuit ou fait des heures supplémentaires avant l'incident. En outre, une fréquence élevée de conduite

avec une fatigue importante a été associée au fait de travailler en horaires décalés, à une augmentation du nombre d'heures de travail par semaine, et plus fréquemment à la conduite professionnelle (McCartt *et al.*, 1996).

La perte aiguë de sommeil, même d'une nuit, peut causer une somnolence extrême. Les exigences de travail à court terme, l'attention portée aux enfants, la vie sociale, préparer un voyage ou des vacances, et « les virées nocturnes » sont des causes communes de la perte aiguë de sommeil.

Pour comprendre l'impact des problèmes de vigilance dans le déroulement d'un accident, il est donc important de questionner précisément les personnes impliquées sur leur emploi du temps les jours précédant l'accident.

- Les troubles du sommeil non traités : endormissement chronique, syndrome d'apnée du sommeil et narcolepsie.

McCartt *et al.* (1996) ont montré que la fréquence de conduite en état de somnolence est plus élevée chez les personnes qui ont une faible qualité et quantité de sommeil. Dans une enquête de Gallup (National Sleep Foundation, 1995), environ un adulte sur deux aux États-Unis, déclare éprouver parfois des difficultés liées au sommeil, dont un adulte sur dix indique que ces difficultés sont fréquentes. Dans une autre enquête (National Sleep Foundation Survey, 1997), trois Américains sur quatre déclarent dormir suffisamment – ou trop – par rapport à leur besoin ; ces mêmes personnes déclarent parallèlement qu'elles somnolent pendant le jour. Un adulte sur trois est considéré « sensiblement » somnolent sur l'échelle de Somnolence d'Epworth (ESS), et un sur vingt souffre de somnolence « grave ».

Le syndrome d'apnée de sommeil non traité et la narcolepsie augmentent, eux aussi, le risque d'accident routier. (Findley *et al.*, 1995 ; George *et al.*, 1987 ; Aldrich, 1989 ; Alpert *et al.*, 1992 ; Broughton *et al.*, 1981 ; Broughton *et al.*, 1984). Dans le syndrome d'apnée de sommeil, les brèves interruptions de la circulation d'air dans l'organisme et la perte de l'oxygène pendant le sommeil perturbent et réduisent la quantité de sommeil en le fragmentant. Les personnes avec ce syndrome non traité peuvent ne pas se rendre compte des brèves perturbations, mais la qualité de ce sommeil appauvri mène souvent à la somnolence en journée.

La narcolepsie est un désordre au niveau du mécanisme de veille-sommeil qui cause également une somnolence excessive de journée. Chez les patients non traités, 10 (à 20) minutes de « petits sommes » involontaires sont fréquents à 2 (ou 3) heures d'intervalles tout au long de la journée. La cataplexie est un autre symptôme principal de narcolepsie qui augmente le risque d'accident. Elle se caractérise par une perte soudaine de tonicité des muscles allant de la légère faiblesse à l'effondrement total. Ces phénomènes ne sont pas reconnus, ni traités chez un nombre important de personnes selon les enquêtes américaines (National Sleep Foundation Survey, 1997 ; American Thoracic Society, 1994).

Pour coder ces différents facteurs, les rythmes de travail opérés par les conducteurs ainsi que leurs éventuels troubles de sommeil devront être repérés dans les cas d'accident.

Le temps de conduite

De longues heures passées à la conduite sont connues pour créer de la fatigue et une détérioration de la performance de conduite. On y fait référence dans la littérature sous le terme « effet *time-on-task* ».

On constate une augmentation du risque d'accident si l'on conduit un grand nombre d'heures chaque jour (McCartt *et al.*, 1996) ou si l'on conduit longtemps sans interruption, pendant 3 heures ou plus (Maycock, 1996). Une indication sur le niveau de vigilance du conducteur pourra par conséquent être obtenue en identifiant le nombre d'heures de conduite que l'usager a effectuées dans la période préalable.

Les caractéristiques individuelles

Les caractéristiques individuelles telles que l'âge, la condition physique, le caractère sont autant d'éléments qui vont conditionner l'état physiologique du conducteur, sa résistance à la fatigue, ses réactions psychomotrices à la fatigue et sa manière de compenser les effets de la baisse de vigilance. Les personnes âgées, les personnes ayant une faible condition physique ou les personnes malades vont être plus sujettes aux effets de la fatigue. Il est important dans une étude accidentologique de se renseigner sur tous ces paramètres qui caractérisent un conducteur pour comprendre le défaut de vigilance. Toujours dans ce cadre, il est également nécessaire de tenir compte de l'état psychologique du conducteur, de déterminer s'il est soumis à un stress personnel ou professionnel particulier, un mode de vie qui a changé et pourrait expliquer une perturbation du sommeil. Par exemple, la transition entre l'adolescence et l'âge adulte est propice à des changements dans les habitudes de sommeil susceptibles de provoquer une fatigue importante.

Les consommations de psychotropes

Nous regarderons ici essentiellement l'influence des psychotropes les plus fréquemment retrouvés chez les conducteurs accidentés (cannabis, alcool, médicaments) sur les fonctions vigiles. En effet, tous ces produits altèrent en priorité les capacités socle de l'individu – ses capacités psychophysiologiques – même si elles ont naturellement des répercussions sur ses fonctions cognitives, d'ordre attentionnel.

Récemment, une étude spécifiquement orientée sur les effets de l'alcool et du cannabis a été réalisée au sein de notre équipe (Van Elslande *et al.*, 2009) dans le cadre du projet SAM⁴. Un des résultats qui ressort spécifiquement de cette étude concerne les types de dégradations de vigilance liées à la consommation de produits psychotropes comme l'alcool et le cannabis. Ces dégradations peuvent prendre deux formes *a priori* antagonistes : l'hypovigi-

⁴ L'étude SAM avait comme objectif d'analyser le rôle du cannabis et de l'alcool dans la survenue d'accidents mortels. Cette étude porte sur l'analyse de procès-verbaux d'accidents mortels survenus en France entre 2001 et 2003. L'option pour les accidents mortels était une condition nécessaire pour l'obtention systématique des bilans sanguins. La base SAM inclut 16 705 impliqués.

lance ou l'hyperexcitation. Dans une base d'accidents mortels, on constate ainsi que les psychotropes – et plus particulièrement l'alcool – peuvent avoir deux types d'effets néfastes qui aboutissent à une conséquence commune, à savoir l'altération des capacités psychomotrices liées à la dégradation du niveau de vigilance. La consommation de drogues psychotropes provoque d'une part, une baisse du niveau de vigilance entraînant un ralentissement cognitif conduisant à la perte globale des capacités et pouvant aller jusqu'à l'endormissement. Ce schéma est d'ailleurs le plus fréquemment observé chez les consommateurs de cannabis ou d'alcool associé au cannabis. Cependant, l'alcool – mais également des taux élevés de cannabis – peut avoir des effets plus pervers en donnant au conducteur l'illusion d'être en pleine possession de ses moyens (voire un sentiment de toute puissance ?) et provoquer un comportement fortement dégradé. Cela se traduit par une prise de risque plus importante, l'adoption de vitesses élevées, des comportements agressifs, parfois aberrants, le non-port de la ceinture ou du casque, en bref : le déni des risques routiers. L'effet euphorisant bien connu de l'alcool met ainsi parfois les conducteurs dans un état d'hyperexcitation qui ne leur permet pas de se rendre compte de l'altération effective de leurs capacités. Cet effet excitateur, moins connu pour le cannabis, ressort pourtant en accidentologie pour des doses élevées de tétrahydrocannabinol (THC). Dans le même temps, comme de nombreuses études le montrent et les résultats accidentologiques de l'étude SAM l'illustrent, la forte consommation de substances psychoactives altère les capacités d'appréciation des distances et des largeurs, diminue considérablement les capacités de réaction, rétrécit le champ visuel et augmente la sensibilité à l'éblouissement. En d'autres termes, à certaines doses, les drogues psychotropes altèrent le niveau de vigilance, soit en le diminuant de sorte que le conducteur se trouve dans un état de somnolence ne lui permettant pas de gérer la tâche de conduite, soit en mettant le conducteur dans un état d'hyperexcitation qui l'incite à se placer dans des situations qu'il sera incapable de gérer au vu de l'altération de ses capacités.

Par ailleurs, cette baisse de vigilance est relativement claire pour des doses d'alcool et de cannabis dans le sang élevées, mais les effets des faibles doses sur le niveau de vigilance sont plus subtils (Koelega, 1995). Comme nous venons de le voir, la vigilance est influencée par quantité de facteurs endogènes et exogènes. Couramment, ces facteurs peuvent se cumuler et c'est cette conjonction d'éléments qui aboutit à une baisse de vigilance conséquente à l'origine d'une défaillance fonctionnelle. Pour l'alcool par exemple, au dessous de 0.5 g/l, les effets sur les performances psychomotrices ne sont pas évidents s'ils sont testés en laboratoire, dans un cadre contrôlé, à 10h du matin après une bonne nuit de sommeil. Cependant, l'alcool même à faible dose peut avoir des effets importants lorsqu'il est cumulé à de la fatigue ou à un manque de sommeil (Howard *et al.*, 2007 ; Vakulin *et al.*, 2007). L'approche accidentologique nous permet d'être confronté à de nombreux cas de figure, d'isoler les facteurs co-explicatifs d'une défaillance et ainsi de rendre compte des combinaisons d'éléments les plus impliqués dans les accidents.

Nombres de médicaments ont d'importants effets sur le niveau de vigilance, pouvant être calmants ou stimulants. On les associe le plus souvent à des problèmes de vigilance et de somnolence, et leurs effets sont mesurables par des tests simples (sensoriels, perceptifs, moteurs, état d'éveil). Un certain nombre d'études indiquent que l'utilisation de certains médicaments augmente le risque d'accidents liés à la somnolence, en particulier les anxiolytiques benzodiazépines, les hypnotiques agissant à long terme, les sédatifs, les antihistaminiques (classe H1), des antidépresseurs tricycliques (Kozena *et al.*, 1995 ; Ray *et al.*, 1992 ; Leveille *et al.*, 1994 ; Ceutel, 1995). Les risques sont les plus élevés pour des doses importantes de médicaments et pour des personnes prenant plusieurs médicaments sédatifs simultanément (Ray *et al.*, 1992). Ray *et al.* (1992) et Neutel (1995) ont mis en évidence une augmentation du risque d'accident de la route lors de la consommation de médicaments benzodiazépiniques⁵ (anxiolytiques ou hypnotiques).

La consommation de substances psychotropes sera recensée lorsque c'est possible afin de déterminer l'éventuelle influence de leur absorption dans la survenue des accidents qui seront étudiés.

Le tableau 1 fait état de la correspondance entre les variables affectant le niveau de vigilance et les éléments d'information qui sont relevées dans le cadre des études détaillées d'accidents.

Tableau 1 : correspondance entre les éléments considérés dans l'étude d'accident et les facteurs connus pour induire une baisse du niveau de vigilance

Facteurs affectant le niveau de vigilance	Éléments considérés dans l'étude détaillée des accidents
Rythme circadien	Age du conducteur Heure de l'accident Niveau de vigilance ressenti
Trouble du sommeil ou de l'éveil	Rythme de travail Trouble du sommeil évoqué
Manque de sommeil	Temps de sommeil et d'éveil Sentiment de fatigue
Temps de conduite	Nombre d'heures de conduite, pauses
Situation de conduite monotone	Caractéristiques du trafic Caractéristiques de l'itinéraire
Caractéristiques individuelles	Age du conducteur, maladie, stress professionnel ou personnel...
Consommation de psychotropes	Substances ingérées Doses

⁵ Médicaments connus (et conçus) pour diminuer l'état de vigilance.

2.2. Attention et conduite automobile

La question de l'influence des fonctions attentionnelles lors de la tâche de conduite est généralement moins abordée dans son ensemble que les problèmes de vigilance. Récemment, le problème du téléphone au volant et l'utilisation de nouvelles technologies embarquées ont mis sur le devant de la scène scientifique les questions de distraction (une simple recherche bibliographique sur un moteur de recherche montre que 155 articles ont été publiés depuis 1993 répondant aux mots-clefs « Cell phone » and « Driving », voir aussi la meta-analyse de Caird *et al.*, 2008). Ces études se penchent donc de manière isolée sur un seul problème d'attention – la *distraction* vers une tâche annexe – en lien avec les performances de conduite. De même, les états d'*inattention* sont appréhendés dans des champs très distincts selon qu'ils s'inscrivent dans tel ou tel courant de recherche. Un exemple en est les travaux qui s'attachent au phénomène « d'hypnose de l'autoroute » (highway hypnosis), encore appelé « driving without attention mode » (DWAM). Les études concernant les phénomènes de « looked but failed to see » (Langham *et al.*, 2002 ; Koustanai *et al.*, 2007) constituent également un support pour l'investigation des mécanismes attentionnels, mais à nouveau de façon assez isolée et ne traitent finalement que d'un seul aspect des effets que peut avoir l'inattention du conducteur. Le but de cette étude est de s'intéresser de manière intégrée aux différents aspects et aux différents effets accidentologiques des problèmes d'attention.

2.2.1. Un modèle hiérarchique des tâches de conduite

Alexander et Lunenfeld (1986) ont proposé une modélisation maintenant classique de la tâche de conduite. Ils distinguent trois niveaux hiérarchiques de performance : navigation, guidance et contrôle :

- **La macro-performance** ou tâche de « **navigation** », correspond à la planification du déplacement, au choix du trajet et au suivi de l'itinéraire. Les décisions à ce niveau de traitement interviennent de temps à autre, avec une constante de temps qui peut aller de quelques minutes à une ou plusieurs heures. Cette tâche ne requiert aucune nouvelle information externe contrairement aux deux autres types de tâches et les décisions à ce niveau de traitement peuvent être prises à l'avance et même bien avant le trajet.
- **La performance en situation** ou « **guidance** », qui correspond à l'adaptation à l'environnement dynamique de la conduite, c'est-à-dire au choix d'une manœuvre et d'une trajectoire dans une configuration de trafic particulière et en évolution. Les unités temporelles sont les secondes et les minutes.
- **La micro-performance** ou tâche de « **contrôle** », permet la gestion instantanée de la vitesse et de la trajectoire par action sur les commandes du véhicule. Ce type de tâche dure entre un dixième de seconde et quelques secondes.

Ce modèle propose une hiérarchisation des différentes tâches de conduite. Au plus l'on descend dans la hiérarchie des tâches, au plus le temps imparti à la tâche est court. Avec l'apprentissage, les tâches de contrôle vont être les premiè-

res à s'automatiser chez le conducteur. Par la suite, l'expertise de la conduite va progressivement automatiser l'ensemble de ces tâches.

Figure 3 : modélisation des trois niveaux hiérarchiques de la tâche de conduite (Lunenfeld et Alexander, 1986)



2.2.2. Activité automatisée versus activité contrôlée dans la conduite automobile

L'activité de conduite ne monopolise pas toute l'attention, les conducteurs n'y affectant qu'une partie de leurs ressources de manière à ce qu'une capacité de réserve puisse être laissée disponible pour la gestion éventuelle de situations imprévues (Pottier, 2000). En effet, Hughes et Cole (1986) démontrent que 30 à 50 % de l'attention des conducteurs se porte sur des objets sans relation directe avec la tâche de conduite. Mourant et Donohue (1977) suggèrent, suite à leurs études, que la capacité attentionnelle de réserve est plus importante pour les conducteurs expérimentés que pour les conducteurs débutants. En d'autres termes, plus la tâche de conduite s'automatise, plus la capacité de réserve attentionnelle se libère pour le traitement d'autres informations. En effet, dans le cas d'une activité complexe, un mélange de processus automatiques et contrôlés est nécessaire pour ne pas saturer le système de traitement. Ainsi, comme indiqué plus haut, en conduite un certain nombre de composantes de l'activité vont s'automatiser (action sur les commandes, passage des vitesses...) permettant la libération de ressources pour les sous tâches qui ne sont pas automatisables, telles que les tâches permettant le prélèvement des informations de l'environnement qu'il faut interpréter afin de prendre les décisions. L'activité de conduite impose une certaine séquentialité de traitement. Reste cependant le problème du conditionnement de la séquentialisation des traitements par les automatismes. En effet, la connaissance d'un trajet ou d'une intersection peut conditionner l'orientation attentionnelle et la recherche d'information.

Les processus automatiques ne se retrouvent pas seulement dans les tâches dans lesquelles une « entrée » (stimulation) est directement associée à une sortie (réponse motrice par exemple). Elle peut s'observer dans des tâches complexes, du type contrôle de la direction et du braquage lors de la tâche de conduite. Ainsi, une pratique régulière d'une même route peut aboutir à une « quasi » automatisation de la tâche de conduite conditionnant la vitesse, l'abord des virages, la prise d'information, etc., et ce indépendamment des conditions de circulations

qui varient d'un jour à l'autre (conditions de trafic, le temps, visibilité) (Ranney, 1994). Ces automatismes présentent certaines limites, pouvant avoir de graves répercussions lors de la conduite, telles que l'existence d'une liaison directe entre cause et conséquence. Ils se déclenchent en présence de facteurs environnementaux adéquats et il est difficile d'empêcher leur déroulement une fois les facteurs déclencheurs réunis. Ces automatismes sont, par définition stéréotypés, ils nécessitent donc une certaine stabilité de l'environnement (Camus, 1996) et sont difficilement adaptables à une situation nouvelle. La question du passage d'un mode de conduite automatique à un mode contrôlé afin de prendre en compte les variations dans l'environnement de conduite apparaît donc être un point important pour une conduite sûre et adaptée aux conditions de circulation. On retiendra que les automatismes sont bénéfiques pour les performances, mais que dans certains cas le déclenchement de ces automatismes doit être contrôlé, ce qui peut engendrer un « coût » au niveau des performances comportementales (Jaffard *et al.*, 2007).

2.2.3. L'attention dans l'erreur humaine

« La notion d'erreur est inséparable de la notion d'intention » (Reason, 1990). Le problème de l'intentionnalité d'une action se pose clairement dans le cas de la conduite et de ses nombreuses sous tâches automatisées. Le niveau d'automatisation d'une tâche détermine le type d'erreurs associées et l'intentionnalité de celle-ci. Le modèle « automatisme-règle-connaissance » (SRK : Skill, Rules and Knowledge) de Rasmussen et Jensen (1974) illustre ce point. Trois niveaux d'activité sont considérés et correspondent à des niveaux de connaissance et d'automatisation décroissant de la tâche ou de l'environnement (voir section 1.1.3) ; et inversement à un niveau attentionnel croissant :

- Au niveau de fonctionnement basé sur les automatismes sont associées les erreurs de routine qui peuvent prendre deux formes : des omissions de déclenchement ou le déclenchement inopiné d'un comportement au mauvais endroit au mauvais moment.
- Au niveau de fonctionnement basé sur des règles cognitives « Si → Alors », le risque associé correspond à l'adoption d'une règle inadaptée à une situation. Les erreurs réalisées sont dues à une mauvaise classification de la situation qui aboutit à l'application de règles erronées ou au rappel incorrect de procédures.
- Au niveau de fonctionnement basé sur les connaissances déclaratives « Knowledge » est associé le risque de ne pas trouver de stratégie ou d'en adopter une mauvaise. Les erreurs sont liées à une limitation des ressources cognitives et/ou à des connaissances incomplètes.

L'opérateur en situation dynamique se doit régulièrement de faire des choix, de décider d'une stratégie d'action. Pour Rasmussen, il existe le champ des activités « légitimes » pour l'opérateur, qui représente l'ensemble des procédures acceptables pour ce dernier. Les choix sont faits en fonction d'une représentation « subjective » élaborée en fonction de l'analyse de la situation, les motivations,

les connaissances du conducteur. À partir de cette représentation, le conducteur va pouvoir élaborer son « schéma d'action dynamique » en s'appuyant sur les niveaux SRK. Le moteur de la dynamique est le sentiment d'adéquation (ou non) du niveau actuel d'activité par rapport aux exigences de la situation. L'analyse de la situation et l'adaptation cognitive sélectionnée pour traiter la tâche en cours sont donc largement dépendantes de l'attention investie dans cette même tâche.

Certains comportements inadaptés, qu'on peut regrouper à un certain niveau de généralité, par exemple en les considérant comme infractionnistes (non respect d'une priorité, franchissement d'un stop), ne sont pas tous volontaires et conscients. Cela dépend, en grande partie, des ressources attentionnelles investies dans la tâche de conduite à ce moment-là, en fonction des caractéristiques de cette tâche, de sa familiarité pour l'individu qui l'exerce et de la représentation subjective de la situation que le conducteur se crée.

2.2.4. Les facteurs de dégradation de l'attention

Nous allons dans ce chapitre présenter les différents processus et éléments qui peuvent interagir et venir perturber la tâche de conduite. Dans un deuxième temps, nous définirons les différents problèmes d'attention qui sont distingués ici en fonction de la tâche qui interagit avec la conduite.

- Distraction motrice

De manière générale, la « distraction » dans la conduite sera définie par l'orientation de l'attention vers une stimulation ou une tâche sans lien direct avec la tâche de conduite. La distraction « motrice » est un problème qui se pose lorsque le conducteur réalise une autre tâche en parallèle qui le pousse à enlever au moins une main du volant (changer un CD, régler la climatisation, notons que certains dispositifs dits « d'aides à la conduite » constituent une source potentielle de distraction). Ces distractions physiquement matérialisées amènent à la fois à détourner les yeux de la scène de conduite et à enlever une main (voire deux !) du volant. La tâche de guidage du véhicule est en conséquence interrompue temporairement. Ce type de perturbations attentionnelles induit un défaut de positionnement latéral dans la voie et une altération dans la gestion de la vitesse (Fort, 2006). Ces distractions motrices posent également le problème de la maîtrise du véhicule dans les cas où une manœuvre d'urgence serait nécessaire.

- Distraction cognitive

La distraction cognitive est provoquée par une activité distincte de la tâche de conduite, qui induit une charge cognitive importante et une diminution des ressources attentionnelles disponibles (parler au téléphone ou à un passager, écouter de la musique, etc.). Les interfaces vocales de certains dispositifs réduisent la distraction motrice du conducteur mais ne diminuent pas pour autant la charge cognitive (Ranney *et al.*, 2005). De nombreuses études ont été menées ces dernières années afin d'étudier l'effet de téléphone portable sur le comportement de conduite. On sait aujourd'hui que son utilisation entraîne : des difficultés à conserver une certaine vitesse, un rétrécissement du champs visuel, une réduction de l'exploration de l'environnement de conduite et de la fréquence de consultation

des rétroviseurs, des changements dans le comportement de freinage, une altération des jugements espace-temps posant un problème dans l'insertion des flux, une augmentation significative des temps de réaction (voir Chapon *et al.*, 2006).

- Préoccupation et problèmes personnels

Sur des trajets monotones ou routiniers, les conducteurs ont tendance à se déconnecter de la scène et laisser errer leur esprit. Dans la plupart des cas d'inattention, la préoccupation se limite à se questionner sur ce que l'on va manger le soir, ou sur l'organisation de la journée. Certaines études récentes rapportent le poids d'événements tels d'une séparation ou d'un divorce sur l'inattention au volant. Par exemple, Lagarde et collaborateurs (2004) montrent que le risque d'accident est multiplié par 4 dans la période qui suit une séparation ou un divorce. Les préoccupations personnelles et professionnelles, chargées émotionnellement, sont sources d'inattention du conducteur et peuvent générer un sur risque d'accident.

- Caractéristiques des situations de conduite

Au volant de sa voiture, le conducteur est immergé dans un environnement en mouvement et en constante évolution. La quantité d'information à traiter en parallèle, pour se représenter correctement la situation et prendre les bonnes décisions, est importante. Le conducteur doit alors sélectionner les informations les plus pertinentes pour la tâche qu'il a à réaliser et inhiber celles qui sont inutiles, de façon à éviter la surcharge informative. Une situation complexe de conduite liée à une infrastructure compliquée ou à une densité de trafic importante vont avoir tendance à surcharger le système cognitif du conducteur et l'obliger à sélectionner des informations sur des critères parfois subjectifs qui lui sont propres (connaissance des lieux, identification d'un risque potentiel sur une composante de la situation, focalisation sur la direction à suivre...). Ce type de perturbation attentionnelle est d'autant plus marqué chez les jeunes conducteurs, pour lesquels certaines sous-tâches de conduite ne sont pas automatisées et qui ne disposent pas encore du bagage de connaissances nécessaire pour anticiper correctement l'évolution probable d'une situation. L'aménagement des infrastructures, dans la mesure où il peut clarifier les interactions ou réguler les flux de véhicules, est une solution pour lutter contre les problèmes de surcharge attentionnelle.

À l'inverse, des situations de conduite monotones ou la surexpérience d'un trajet vont avoir tendance à favoriser la mise en place d'un mode de conduite automatique et le retrait des ressources attentionnelles de la tâche de conduite. Dans ces conditions, le conducteur se laisse la possibilité de penser à autre chose que conduire ou de réaliser une autre tâche en parallèle.

2.2.5. Les différents défauts d'attention dans la conduite automobile

Les défauts d'attention sont ici considérés comme issus d'une interférence entre différentes tâches. Cette notion renvoie à la concurrence entre deux tâches, dont l'une au moins risque d'être perturbée. D'un point de vue accidentologique, nous considérons que l'interférence est le produit de la concurrence, soit :

- entre une tâche de conduite et les pensées ou préoccupations du conducteur (i.e. **inattention**) ;
- entre une tâche de conduite et une tâche extérieure à la conduite (i.e. **distraction**). Par exemple :
 - tâche de conduite : interagir avec le trafic et l'environnement,
 - tâche extérieure : converser avec un passager,
- entre deux tâches au sein de la conduite (i.e. compétition d'attention). Par exemple :
 - tâche 1 : résoudre un problème directionnel pour suivre un itinéraire et,
 - tâche 2 : interagir avec le trafic et l'environnement ;

Ou encore :

- tâche 1 : surveiller la scène routière dans sa globalité,
- tâche 2 : surveiller un risque potentiel identifié sur une certaine composante de la situation et se focaliser.

• L'inattention

L'inattention sera définie ici comme un déficit d'attention portée à la tâche réalisée. Sa spécificité est l'absence de déclencheur externe : il s'agit d'une réorientation du contrôle attentionnel vers ses pensées (Lemerrier, Moessinger et Chapon, 2006). Ce phénomène d'inattention envers la tâche de conduite peut avoir principalement deux origines. Soit l'inattention est liée à un manque de sollicitation de la tâche permettant au conducteur de se plonger dans ses pensées courantes et/ ou ses préoccupations. C'est notamment le cas lorsque le conducteur est très expérimenté à une manœuvre ou un trajet, ou lorsque ce trajet est monotone. Dans ce cas, le contrôle attentionnel baisse et l'automatisme de la conduite est ici utilisé dans le sens d'un détournement des ressources attentionnelles vers ses propres pensées. Soit l'inattention est liée au fait que le conducteur est préoccupé par un problème personnel créant une forme de « distraction » que nous qualifierons d'« interne » accaparant une grande part des ressources attentionnelles disponibles.

• La distraction

La distraction correspond au fait qu'un élément ou événement externe, et qui n'a aucun lien avec la tâche de conduite, va « capturer » l'attention du conducteur, volontairement ou non. Stutts *et al.* (2003) ont étudié la conduite en milieu réel de 70 sujets et ont pu observer que les conducteurs étaient engagés dans une ou plusieurs activités distrayantes durant 16 % du temps où le véhicule est en mouvement. Dans leur étude sur le rôle des distractions du conducteur dans les accidents routiers, Stutts *et al.* (2001) en distinguent 13 sources (Tableau 2). Comme l'illustre ce tableau, l'activité distrayante peut être de nature différente, allant de la conversation avec un passager à la manipulation d'un objet. Mais quelle que soit cette tâche annexe, elle entre directement en compétition avec la tâche de conduite au point de pouvoir placer le conducteur en situation de double tâche

(Lemerancier, Moessinger et Chapon, 2006) et donc de diminuer ses performances dans sa tâche principale.

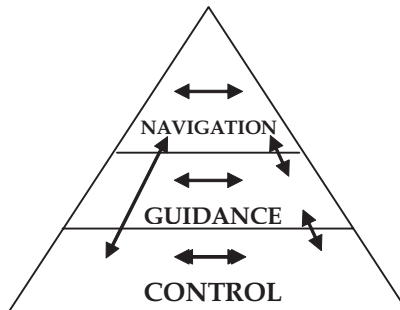
Tableau 2 : sources de distractions spécifiques chez les conducteurs (Stutts et al., 2001)

Distraction spécifique	% de conducteurs
Personne, objet ou évènement extérieur	29,4
Ajustement de la radio, cassette, CD	11,4
Passagers	10,9
Déplacement d'un objet dans l'habitacle	4,3
Utilisation d'un objet apporté dans le véhicule	2,9
Réglage de la climatisation	2,8
Manger ou boire	1,7
Téléphoner	1,5
Fumer	0,9
Autre Distraction	25,6
Distraction indéfinie	8,6
	100,0

• La compétition d'attention

Les différentes tâches essentielles à la conduite peuvent entrer en compétition, ce qui peut ou non provoquer une interférence perturbant l'activité de conduite. Si l'on se réfère à la modélisation de Lunenfeld et Alexander (Figure 3), la compétition peut être : verticale entre les tâches de niveau hiérarchique différent : « control », « guidance » et « navigation » ; ou horizontale entre deux tâches de même niveau (Figure 4). Les ressources attentionnelles doivent donc se distribuer entre ces différentes sous-tâches de la tâche de conduite au sens large.

Figure 4 : compétition d'attention horizontale et verticale entre les tâches de conduite



De façon plus générale, on retiendra que par sa conception même, l'activité de conduite est composée d'un ensemble de tâches menées plus ou moins simultanément et qui sont parfois en concurrence. Les effets cognitifs de l'inattention, de la distraction et de la compétition d'attention peuvent dans certains cas être très proches, voire similaires. En effet, que l'interférence soit liée à des préoccupations, qu'elle soit extérieure à la tâche de conduite ou liée directement à la tâche de conduite, la résultante est la même d'un point de vue cognitif : le conducteur se retrouve en situation de double tâche. Dans ces trois cas de figure, l'attention est détournée de la tâche principale. Cependant, la distinction que nous opérons devient nécessaire d'un point de vue ergonomique. L'inattention, la distraction et la compétition d'attention n'ont pas la même origine et n'apparaissent pas dans les mêmes contextes de conduite. Et surtout, les solutions opérationnelles à apporter à ces différents problèmes d'attention au volant ne sont pas identiques, parfois même opposées.

Tableau 3 : correspondance entre les facteurs connus pour induire une perturbation attentionnelle et les éléments repérables dans l'étude des accidents

Type de perturbation attentionnelle	Éléments considérés dans l'étude détaillée des accidents
Inattention à la tâche	<ul style="list-style-type: none"> - Type de trajet (ex : trajet de loisir) - Connaissance du trajet (ex : trajet quotidien) - Connaissance des lieux et de la manœuvre à réaliser (ex : intersection franchie quotidiennement) - Préoccupations (ex : problèmes personnels ou professionnels)
Distraction de la tâche	<ul style="list-style-type: none"> - Distraction par un événement externe (ex : téléphone, passagers, enfants, guépe dans l'habitacle...) - Réalisation d'une seconde tâche (ex : réglage radio, réglage climatisation, ramasser un CD, ...)
Compétition d'attention au sein de la tâche	<ul style="list-style-type: none"> - Recherche intensive d'une direction - Franchissement d'une intersection complexe avec recherche d'une direction - Focalisation sur un événement ou un élément précis de la scène routière

2.3. Des problèmes de vigilance aux problèmes d'attention en conduite automobile

Si dans cette partie théorique, nous avons successivement défini les notions de vigilance et d'attention, c'est pour insister d'une part sur la distinction entre les processus qu'elles recouvrent, d'autre part sur l'importance de les différencier d'un point de vue opérationnel. Il est clair cependant que les processus attentionnels et le niveau d'éveil sont interdépendants, un certain niveau de vigilance étant nécessaire pour un fonctionnement normal de l'ensemble des fonctions cognitives. Ce point de vue est en accord avec de récents résultats d'études neuropsychologiques et neurophysiologiques (Kendall, Kautz, Russo & Killgore, 2005 ;

Posner, 2008 ; Verstraeten, Cluydts, Pevernagie & Hoffman, 2004). Un certain niveau de vigilance est nécessaire tant sur la quantité, que sur la qualité des ressources attentionnelles disponibles, mais également au plan du contrôle de la distribution de ces ressources. Le niveau de vigilance est influencé par nombre de facteurs endogènes (fatigue, rythme circadien, âge, etc.) et exogènes (environnement monotones, long trajet, etc.). Malgré tout c'est souvent l'accumulation de plusieurs facteurs qui aboutit à une baisse de vigilance assez conséquente pour avoir des répercussions directes en accidentologie.

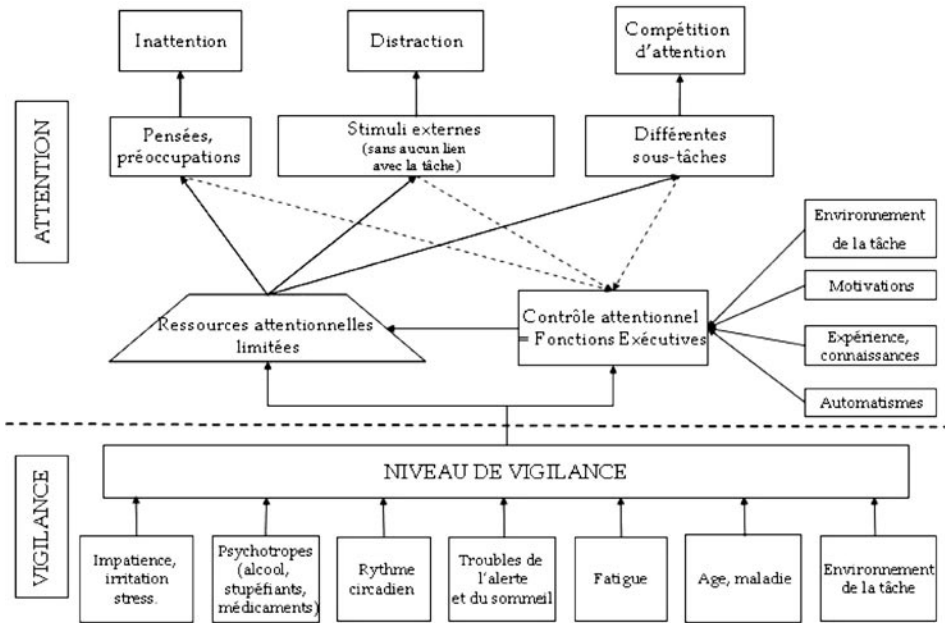
Si un certain niveau de vigilance est nécessaire, il n'est en rien suffisant à la réalisation correcte d'une tâche aussi complexe que la conduite. L'attention est un système aux ressources limitées qui doivent se partager entre la conduite du véhicule dans l'environnement routier, les pensées du conducteur et les stimulations externes sans lien avec la tâche de conduite (Figure 5). Les processus attentionnels sont également les garants de la flexibilité de l'activité mentale. Cette flexibilité répond aux diverses réorientations de la focalisation attentionnelle qui peuvent avoir des origines diverses (exogène et endogène). En ce sens, un contrôle exécutif est nécessaire pour organiser et réguler le partage des ressources. Ce contrôle exécutif est lui-même modulé par la motivation, les automatismes, les connaissances du conducteur et l'environnement de la tâche. Ce dernier peut d'ailleurs influencer l'orientation des ressources de deux manières en fonction de la charge informationnelle qu'il impose. Une tâche riche en information risque d'attirer l'attention sur des informations non pertinentes, en revanche une tâche monotone amène le conducteur à combler le manque de stimulation externe en se plongeant dans ses pensées. Ainsi, l'ensemble de ces facteurs va conditionner la façon dont le conducteur va distribuer ces ressources.

En retour, les préoccupations, les stimulations externes et les différentes sous-tâches de conduite peuvent également influencer sur la répartition des ressources. Par exemple, un problème personnel ou professionnel important aura tendance à monopoliser une lourde part des capacités disponibles. De même, une stimulation externe peut avoir une charge émotionnelle plus ou moins importante en fonction des sensibilités de chaque conducteur et provoquer une focalisation attentionnelle. La gestion d'une situation de conduite complexe peut provoquer une focalisation sur une partie de la tâche, etc.

En situation réelle de conduite, le conducteur est sans cesse en train d'équilibrer ses ressources entre toutes ces sources potentielles de stimulation. Le conducteur ne peut pas être centré à 100 % sur la tâche de conduite. Il existe un « compromis cognitif » tel que le décrit Amalberti (2001) entre les exigences de la tâche (règles, sécurité, performance...) et les intérêts du système biologique (limiter le coût cognitif). Le contrôle attentionnel permet donc d'attribuer, de manière adaptée, dans le temps et dans l'espace les ressources nécessaires à chacune de ces composantes. Le problème attentionnel se pose lorsque les ressources attribuées à la tâche deviennent soit insuffisantes par rapport aux exigences de la tâche, soit lorsque que le conducteur se focalise sur une partie de la situation insuffisante à la résolution du problème. Ainsi, c'est le déséquilibre dans la

répartition des ressources entre les différentes sources d'information qui conduit aux différentes défaillances attentionnelles étudiées ici : inattention, distraction ou compétition d'attention (voir Figure 5).

Figure 5 : connexion entre les processus de vigilance et attention



Au regard de la littérature, force est de constater que si les recherches sont nombreuses, elles mettent rarement en relation de façon précise les problèmes de vigilance et d'attention avec les fonctions cognitives sur lesquelles ces problèmes influent, ni avec les mécanismes d'accidents dans lesquels ils interviennent. Un tel constat atteste que les questions abordées sont complexes et font appel à un ensemble de travaux plus orientés sur la réalité des problèmes tels qu'ils s'inscrivent dans le « monde réel ». Nous chercherons ici à contribuer à cet objectif par une analyse située des dysfonctionnements liés à la vigilance et à l'attention, tels qu'on peut les appréhender à partir de données fines recueillies sur les accidents de la circulation. Nous chercherons notamment à établir dans quelle mesure ces concepts recouvrent des comportements distincts, et à définir les conditions sous lesquelles de tels processus favorisent la genèse de dysfonctionnements accidentogènes.

3. Méthode

L'analyse des processus attentionnels dans la tâche de conduite n'est pas chose facile. Comme le souligne André Chapon (2006) dans le livre blanc sur les

problèmes d'attention en conduite automobile, trois facteurs, entre autres, rendent l'étude de l'attention en situation de conduite difficile.

Premièrement, alors que le niveau de vigilance peut plus ou moins être estimé de manière objective lorsque le conducteur déclare s'être endormi ou n'avoir que très peu dormi la nuit précédente, ou encore avoir consommé de l'alcool, il est difficile de quantifier de manière objective l'attention qu'un conducteur investit dans sa tâche de conduite. Les études accidentologiques sur l'implication des problèmes d'attention reposent généralement sur les déclarations des conducteurs impliqués lors des auditions par les forces de l'ordre. Ainsi dans de nombreux cas, on peut supposer que cette information n'est pas communiquée car le conducteur, soit n'était pas conscient de son état inattentif, soit ne souhaite pas déclarer qu'il a une part de responsabilité dans l'accident. Ainsi, il est fort probable que l'impact des processus attentionnels dans les accidents soit souvent sous-estimé à cause du manque d'information disponible.

Deuxièmement, une difficulté provient de l'hétérogénéité des données. Divers auteurs ont tendance à étudier sur le même plan les problèmes de vigilance et d'attention. Et même lorsque la distinction vigilance/attention est réalisée dans les études, la classification des problèmes d'attention est souvent différente d'une étude à l'autre. Le plus souvent, les auteurs s'intéressent au problème de distraction au volant et au coût cognitif de cette distraction (ex : Bruyas *et al.*, 2009), car il est possible de se référer à un élément extérieur que l'on peut se représenter. Cependant, le manque d'attention dans la conduite peut également être provoqué par l'inattention ou la compétition d'attention, qui sont deux phénomènes difficilement quantifiables et propres à chaque conducteur. Les EDA, qui permettent une analyse approfondie de chaque accident, tiennent compte des caractéristiques et des motivations de chaque conducteur et nous permettront ainsi de distinguer ces divers problèmes d'attention.

Pour finir, les études croisent souvent les problèmes d'attention au volant avec des problèmes tels que la consommation de drogues ou de médicaments à effet psychotrope. Or, cette démarche cible une population particulière, certainement très sensible aux problèmes d'attention mais non représentative de la population. L'attention est un problème très large qui touche l'ensemble des conducteurs.

L'analyse de données détaillées recueillies sur la scène des accidents de la route (EDA) est un outil qui permet de définir précisément les difficultés accidentogènes rencontrées par les conducteurs, les paramètres internes et externes qui les déterminent, ainsi que les besoins sécuritaires qui en découlent. À la différence des études statistiques qui s'appuient principalement sur des données issues de procès-verbaux réalisés par les forces de police, les EDA reposent sur un recueil approfondi réalisé dans un objectif de recherche par des équipes pluridisciplinaires. Si les premières permettent de définir des enjeux sécuritaires au sens statistique, les secondes sont nécessaires pour rendre compte des *mécanismes* qui y correspondent, des *processus* qui les sous-tendent et des *facteurs* qui y participent.

Les travaux antérieurs réalisés sur le thème de « l'erreur humaine » dans l'accident (Van Elslande, 1997, 2000, 2003) ont amené l'élaboration d'une grille d'analyse qui particularise les modèles classiques de la littérature ergonomique et cognitive (Rasmussen et Jensen, 1974 ; Reason, 1990) en les adaptant aux spécificités inhérentes à la tâche de conduite et aux difficultés qui y correspondent (complexité, variabilité des situations, faible définition formelle des procédures, contraintes temporelles et dynamiques, etc.). Cette grille rend compte des défaillances fonctionnelles impliquées aux différentes étapes de la réalisation de l'activité (voir Figure 6) :

- perception
- diagnostic
- pronostic
- décision
- exécution de l'action
- ainsi que sur le plan plus global des capacités psychophysiologiques et cognitives de l'individu.

Son utilisation permet une analyse systématique du rôle joué par le composant humain dans la dégradation multicausale des situations. Une fois identifiées selon ce modèle, les « erreurs accidentelles » sont répertoriées au sein de scénarios-types qui rendent compte des contextes génériques de leur apparition et des mécanismes de leur production. L'analyse de ces scénarios permet ainsi de dégager des ensembles homogènes de situations dans lesquelles les conducteurs rencontrent des difficultés, de définir des patterns d'éléments explicatifs de ces difficultés, de repérer les défaillances fonctionnelles qu'ils génèrent le plus souvent, ainsi que les répercussions de ces défaillances sur la détérioration des situations.

Le présent rapport se propose, à partir d'une analyse approfondie de données d'accidents et selon le modèle d'analyse de l'erreur établi, de mettre en évidence :

- Les différents paramètres liés à l'état psychophysiologique et cognitif qui conditionnent les problèmes de vigilance et d'attention dans les accidents de la route.

Un examen systématique d'une centaine de dossiers d'accidents de la base de données EDA a permis de recenser la variété de ces paramètres, qui ont ensuite été explorés systématiquement sur une base de 1 890 cas.

- Le degré d'incidence des variables étudiées sur le mode de fonctionnement du conducteur.

L'accident constituant un phénomène dont l'origine est majoritairement pluri-causale, il s'agira de déterminer le rôle de ces variables de vigilance et d'attention parmi les autres variables impliquées.

- Les principaux types de défaillances (erreurs, violations, altération des capacités) que ces problèmes engendrent dans l'activité des conducteurs.

L'objectif de cette analyse sera de dépasser une simple analyse en termes de « facteurs », en qualifiant leurs répercussions sur les modes de fonctionnement du conducteur.

- Les scénarios-types spécifiques dans lesquels ces défaillances interviennent.

Cette analyse aura pour but de faire émerger des régularités dans les mécanismes d'accidents mettant en jeu des problèmes liés à l'état psychophysiologique et cognitif du conducteur.

L'intérêt du repérage et de la différenciation de ces différents éléments relatifs à la vigilance et l'attention, de même que l'analyse de leur influence dans les mécanismes accidentels n'est pas seulement de nature épistémique. Au-delà de la connaissance sur la contribution des différents facteurs, une meilleure définition de mesures différenciées devrait constituer un débouché de cette étude. Dans une optique d'aide à la conduite, par exemple, une confusion entre un problème de type « vigilance » ou de type « attentionnel » pourrait à cet égard avoir des conséquences désastreuses. La littérature ergonomique regorge ainsi d'exemples de situations dans lesquelles le déclenchement d'alarmes inopportunes (ayant pour but de stimuler la vigilance) est venu perturber l'opérateur au moment où il avait le plus besoin d'une disponibilité de ses ressources attentionnelles. Si un dispositif d'alerte peut avoir une pertinence dans un cas, il peut également être totalement inapproprié, voire contre-indiqué, dans un autre. Il importe donc d'une part, de bien repérer les différentes facettes que prennent les problèmes liés à l'état psychophysiologique et cognitif du conducteur, d'autre part, d'identifier les circonstances dans lesquelles ces problèmes se posent ainsi que leur degré d'influence dans la dégradation des situations de conduite.

3.1. Les études détaillées d'accidents (EDA)

Les EDA ont été entreprises dans un objectif de recherche, avec pour intention de dépasser la démarche traditionnelle d'identification statistique des causes accidentelles pour atteindre les mécanismes mêmes de production des accidents à travers la reconstitution de leur scénario et l'analyse de leur déroulement. Le principe de base de ces études, engagées dans les années 1980, consiste à établir au cas par cas le scénario le plus probable de chaque accident recueilli, en identifiant les facteurs qui y ont contribué et les mécanismes qui les relient.

Le recueil de données est réalisé par des équipes pluridisciplinaires spécifiquement formées, constituées d'un technicien spécialiste de l'infrastructure et du véhicule, et d'un psychologue spécialiste du fonctionnement cognitif et rompu aux techniques d'entretiens adaptées au contexte accidentel (Van Elslande *et al.*, 2004). Les données recueillies visent à couvrir les trois composants élémentaires (usager – véhicule – environnement) du système routier, en s'axant particulièrement sur les phénomènes d'interaction qui les relient. Une verbalisation des circonstances de l'accident est demandée aux impliqués et aux témoins éventuels. Un relevé des traces et des conditions matérielles de l'accident est effectué. La reconstitution du cas s'appuie sur des calculs cinématiques pour estimer, en fonc-

tion de l'ensemble des données recueillies, les vitesses d'approche, les temps à l'obstacle, les vitesses d'impact, les trajectoires suivies par les différents mobiles en cause, en bref le scénario le plus probable de l'accident en termes de déroulement espace/temps. La phase d'analyse qui s'appuiera sur cette reconstitution, va consister en une décomposition du scénario d'accident en termes de séquences d'événements rythmées par la nature des dysfonctionnements et les niveaux de dégradation des situations.

3.1.1. Les scénarios-types de l'erreur humaine dans l'accident de la route

L'analyse d'un cas aboutit à la reconstruction d'un scénario que l'on qualifiera de « scénario occurrent » pour le distinguer de la notion de « scénario-type ».

- Le scénario occurrent retrace la monographie des circonstances de la genèse d'un accident.
- Le scénario-type correspond à un regroupement de scénarios occurrents qui présentent un air de famille dans les conditions de leur déroulement. Leur mise en évidence permet de conférer un caractère généralisateur aux études de cas analysés en profondeur (Fleury et Brenac, 2001).

Les scénarios-types de production d'erreur peuvent se définir comme la trame commune à des accidents qui se déroulent dans des conditions très similaires en termes de défaillances fonctionnelles et de contexte de conduite dans lequel ces défaillances surviennent. Ils sont constitués de plusieurs éléments qui vont permettre de mettre en relation le cheminement des processus de défaillance observés avec les éléments du contexte de conduite qui les ont favorisés. Ces scénarios relient les mécanismes typiques des tâches à réaliser, les éléments endogènes et exogènes explicatifs des dysfonctionnements, les défaillances qui en résultent, ainsi que les répercussions de ces défaillances sur les manœuvres entreprises (Figure 7). L'intérêt est d'identifier de façon générique « l'erreur humaine » en termes de déficience d'une fonction cognitive ou psychomotrice, de rendre compte des rouages qui la produisent et des contextes dans lesquels elle s'inscrit typiquement.

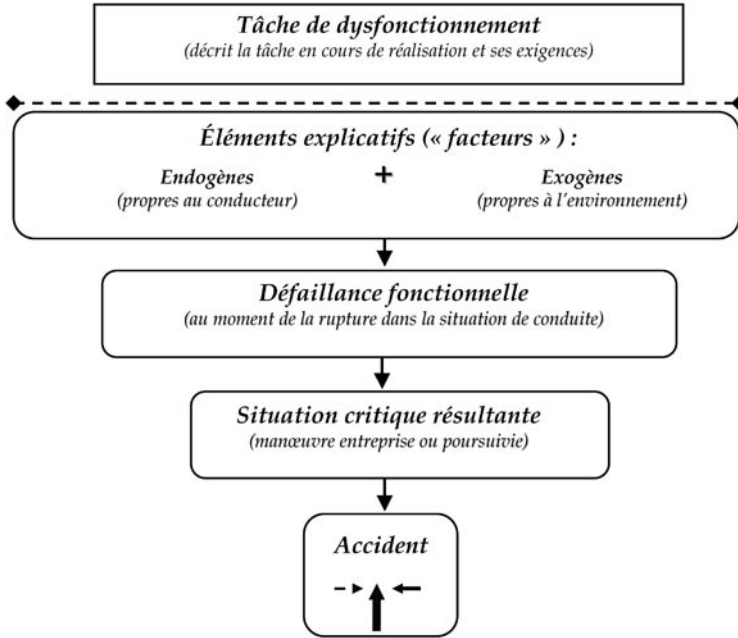
- Tâche de dysfonctionnement

Cette variable (qualifiée également de « situation de pré-accident ») décrit la tâche de conduite que l'utilisateur cherchait à accomplir, dans laquelle le processus de dysfonctionnement est apparu, ainsi que les exigences liées à la réalisation de cette tâche « actuelle » du point de vue de la rencontre d'une interaction spécifique avec une autre composante du système : un autre usager de la route, un type de lieu spécifique, etc.

- Défaillance fonctionnelle

La défaillance fonctionnelle correspond à l'incapacité momentanée d'une fonction sensorielle, cognitive ou motrice à gérer une difficulté, qui aboutit à une situation de rupture dans la gestion des situations. Ces défaillances fonctionnelles seront réparties en six catégories : les cinq premières réfèrent à l'une ou l'autre des différentes étapes de traitement mises en œuvre dans la logique d'un

Figure 7 : structure de base des scénarios-types de genèse de l'erreur



modèle séquentiel d'analyse (perception, diagnostic, pronostic, décision, exécution) ; la dernière correspond à une altération de l'ensemble de cette chaîne fonctionnelle, telle qu'elle ressort de certains cas d'accidents (défaillances dites « généralisées »).

- Éléments explicatifs

Les éléments explicatifs sont relatifs aux principaux paramètres du contexte de conduite (caractérisant la route, le véhicule, le conducteur, les autres usagers, les conditions de réalisation de la tâche) qui vont favoriser l'émergence d'une défaillance fonctionnelle. À l'image du caractère multicausal de l'accident, chaque défaillance fonctionnelle s'explique par un faisceau d'éléments. Les résultats présentés rendent compte du pourcentage de contribution de chaque élément aux défaillances et s'échelonnent donc sur plus de 100 %. Ainsi, chaque défaillance peut être expliquée par un effectif de 1 à 5 éléments. Le ratio moyen d'élément par défaillance donne une indication sur le poids de chaque élément explicatif dans la défaillance (par exemple, si un seul élément explique la défaillance, son degré d'implication est plus important que si 5 éléments sont associés pour expliquer la défaillance).

Ces éléments peuvent être endogènes (en lien directe avec l'état du conducteur et ses conditions internes de réalisation de la tâche) ou exogènes (en lien avec l'infrastructure, le véhicule ou l'environnement). Parmi ces éléments endogènes, trois sous catégories peuvent être distinguées :

- les éléments relatifs à l'état du conducteur ;
- les éléments relatifs à l'expérience ;
- les éléments liés aux conditions internes de réalisation de la tâche.

Parmi les éléments spécifiques qui seront repérés dans ce cadre d'analyse, on appréhendera à partir des données EDA le rôle des facteurs suivants, selon qu'ils fassent plutôt référence au domaine de la vigilance ou à celui de l'attention. Alors que les éléments associés à la vigilance sont strictement en lien avec l'état du conducteur, les éléments explicatifs attentionnels peuvent également être relatifs à l'expérience du conducteur ou aux conditions internes de réalisation de la tâche.

Éléments explicatifs relatifs à la « vigilance »

Éléments explicatifs (EDA)	Éléments relatifs à l'état du conducteur	Éléments relatifs à l'expérience	Éléments liés aux conditions internes de réalisation de la tâche
Endormissement – malaise (perte des capacités)	X		
Alcoolisation « légère » (< 0,5 g/l)	X		
Alcoolisation importante (>0,5 g/l)	X		
Médicaments psychotropes	X		
Stupéfiants	X		
Vigilance faible (au sens physiologique de l'état d'éveil vigile, ex : fatigue)	X		

Éléments explicatifs relatifs à « l'attention »

Éléments explicatifs (EDA)	Éléments relatifs à l'état du conducteur	Éléments relatifs à l'expérience	Éléments liés aux conditions internes de réalisation de la tâche
Faible niveau d'attention (au sens psychologique de l'affectation des ressources attentionnelles à la tâche de conduite en général, ex : trajet de loisir)	X		
Distraction interne (pensées, préoccupations, etc.)	X		
Conduite en mode « automatique » : bas niveau attentionnel lié à une forte expérience du trajet		X	
Conduite en mode « automatique » : bas niveau attentionnel lié à une forte expérience de la manœuvre		X	
Distraction externe (externe au conducteur : dans ou hors véhicule)	X		
Réalisation d'une tâche annexe sans lien direct avec la conduite			X
Problème directionnel (navigation)			X
Identification d'un risque potentiel sur une certaine composante de la situation (focalisation)			X

3.1.2. Degré d'incidence des variables d'état vigile et attentionnel

L'accident est un événement dont le caractère majoritairement pluricausal n'est plus à démontrer. L'inconvénient de cette multicausalité est la difficulté à démêler un élément de l'écheveau des dysfonctionnements, et à rendre compte du poids d'un facteur dans sa participation à la dégradation d'une situation. Il ne suffit pas qu'un facteur soit présent pour qu'il joue nécessairement un rôle déterminant dans le mécanisme accidentel. Nous avons donc estimé globalement le degré d'incidence des variables liées à l'état psychophysiologique et cognitif du conducteur, à partir d'une confrontation des différents paramètres ayant contribué à la genèse de l'accident. Trois niveaux d'impact des variables étudiées sur la genèse de la défaillance ont été définis au cas par cas et pour chaque impliqué :

- Niveau d'impact 1 : Ce premier niveau rendra compte des conducteurs pour lesquels les variables associées à la vigilance/attention ont eu une influence majeure sur la production de l'erreur de conduite. Le critère de jugement d'expert en sera que la suppression des problèmes de vigilance ou d'attention qui sont en cause aurait suffi à éviter le problème : la défaillance fonctionnelle n'aurait pas eu lieu, l'accident ne se serait pas produit.
- Niveau d'impact 2 : Ce niveau est intermédiaire et rend compte d'une influence participative des problèmes vigilo-attentionnels et de variables d'autre nature dans la genèse de la défaillance. Ces deux ordres de variables sont ici considérés comme nécessaires pour expliquer la dégradation de la situation.
- Niveau d'impact 3 : Ce dernier niveau correspond aux cas où les variables étudiées n'ont pas d'influence marquée sur l'apparition de la défaillance fonctionnelle. On considère qu'elles viennent favoriser le dysfonctionnement, mais qu'en leur absence la défaillance se serait quand même produite du fait du poids des autres facteurs impliqués.

3.1.3. Degré d'implication des conducteurs

Cette variable définit le rôle joué par le conducteur dans la genèse de l'accident. Proche de la notion de « responsabilité », elle s'en distingue toutefois par l'absence de référence à un code légal et le recours à une analyse strictement comportementale. Dans une approche ergonomique, on cherche uniquement à clarifier le degré de participation respectif des différents usagers impliqués dans un même accident, du point de vue de la dégradation des situations. Quatre modalités sont ainsi définies :

- Actif primaire (déclencheur)

Cette modalité désigne les conducteurs provocateurs de la perturbation qui a conduit à l'accident. Ils ont une implication fonctionnelle déterminante dans la genèse de l'accident : ils sont directement à l'origine de la déstabilisation de la situation. Suite à une défaillance fonctionnelle, ces conducteurs provoquent pour

eux-mêmes ou pour les autres usagers interférents dans le système en place, une situation critique dans laquelle va s'inscrire la situation d'accident. On notera toutefois que le caractère inadapté de la manœuvre engagée par ces conducteurs est le plus souvent involontaire, du fait de la non-perception d'une information essentielle. Exemples : un démarrage à un carrefour régi par un stop alors qu'un véhicule arrive, ou toute autre manœuvre amenant sur une trajectoire de collision avec un autre, générant une perturbation pour les autres usagers, ou provoquant une perte de contrôle. Dans certaines situations extrêmes, on peut isoler deux actifs primaires dans un même accident.

– Actif secondaire (contributeur)

Ces conducteurs ne sont pas à l'origine même de la perturbation mais font toutefois partie prenante de la genèse de l'accident à titre secondaire. On ne peut leur attribuer une implication fonctionnelle directe dans la déstabilisation de la situation mais ils participent à la non résolution du problème par une mauvaise anticipation de l'évolution des événements. En situation de pré-accident, ils n'ont pas envisagé une dégradation possible des événements, pourtant théoriquement repérable en fonction d'indices plus ou moins alarmants dont ils disposaient. En fonction des informations à leur disposition, ils pouvaient réguler le conflit (contrairement à ceux qui l'ont provoqué à leur insu...). Anticipateurs potentiels, ils contribuent ainsi à la genèse de l'accident par l'absence de mise en place de stratégies préventives adaptées. Exemples : absence d'adaptation comportementale dans l'attente d'une régulation par autrui, déni d'une interférence possible en présence d'indices pourtant alarmants, etc.

– Réactif potentiel

Ces conducteurs sont confrontés à une manœuvre d'autrui, atypique, difficilement prévisible, sans disposer d'indices annonciateurs, que cette manœuvre soit ou non en contradiction avec la législation. En règle générale, la défaillance fonctionnelle dont ils sont sujets ne met en cause aucun élément explicatif propre aux conducteurs. Ils ne sont pas considérés comme « actifs » dans la genèse de la perturbation car les informations dont ils disposaient ne leur permettaient pas de prévenir la défaillance d'autrui : ils n'ont pu anticiper, faute d'informations, la dégradation de la situation. Toutefois, on considère que, pour ces conducteurs, l'évitement de l'accident eut été théoriquement possible si ces informations leur avaient été fournies à temps. C'est en cela qu'on les différencie des usagers « neutres », pour lesquels aucune information ne leur aurait *a priori* permis de prévenir l'accident. Exemples : conducteurs confrontés à une gêne à la visibilité, conducteurs devant faire face à une manœuvre d'autrui atypique et ne disposant pas d'indices annonciateurs, etc.

– Neutre (ou « passif »)

Il s'agit des conducteurs non impliqués dans la déstabilisation de la situation mais qui font malgré tout partie intégrante du système. Leur seul rôle consiste à se trouver présents et ils ne peuvent être considérés comme partie prenante dans la perturbation. Aucune mesure n'est *a priori* susceptible de leur être bénéfique, si

ce n'est d'agir sur l'autre conducteur. Exemples : conducteurs qui se font percuter à l'arrêt à un stop, un feu rouge ou à une place de stationnement, conducteurs confrontés à une chutes de pierres, etc.

3.2. Base de données étudiée

Une base de 1 890 conducteurs impliqués dans 1 107 accidents de la circulation a été examinée de façon à identifier l'intervention potentielle d'un facteur « vigilance » ou « attention » dans la genèse des difficultés auxquelles ces conducteurs ont été confrontés. Parmi les impliqués de cette base :

- 225 conducteurs, soit 11,9 %, présentent une défaillance fonctionnelle qui s'explique par au moins un élément explicatif lié à la vigilance ;
- 648 conducteurs, soit 34,3 %, présentent une défaillance fonctionnelle qui s'explique par au moins un élément explicatif attentionnel.

L'analyse détaillée au cas par cas est très lourde à réaliser. Sur cette base d'ensemble, nous avons extrait de manière aléatoire 50 % des cas vigilance et attention, sur lesquels nous avons fait porter l'étude. Pour chacun de ces cas, le niveau d'impact de chaque élément explicatif a été codé. Ceci nous a permis de constituer deux échantillons de cas suffisamment nombreux pour appréhender la spécificité des problèmes liés à la vigilance ($n = 112$ conducteurs) et de ceux qui sont liés à l'attention ($n = 324$ conducteurs).

Les deux échantillons utilisés ont été pondérés par rapport aux résultats accidentologiques nationaux. Les deux grandes sections qui suivent rendent compte de la spécificité des accidents liés aux problèmes de vigilance, puis celle des accidents liés aux problèmes d'attention.

Spécificités des accidents liés aux problèmes de vigilance

Cette section présente les résultats des conducteurs accidentés pour lesquels un ou plusieurs éléments relatifs à la vigilance, telle que définie dans la section précédente, expliquent ou co-expliquent la défaillance identifiée. À titre indicatif, on notera que l'état de vigilance concerne 11,9 % des conducteurs impliqués dans les accidents étudiés.

1. Échantillon étudié

L'échantillon « vigilance » se compose de 112 accidents. Dans ces accidents, au moins un des impliqués présente une défaillance expliquée ou co-expliquée par au moins un élément de type vigilance à l'exclusion de problèmes attentionnels.

Au total, les 112 conducteurs de ce groupe se répartissent de la façon suivante :

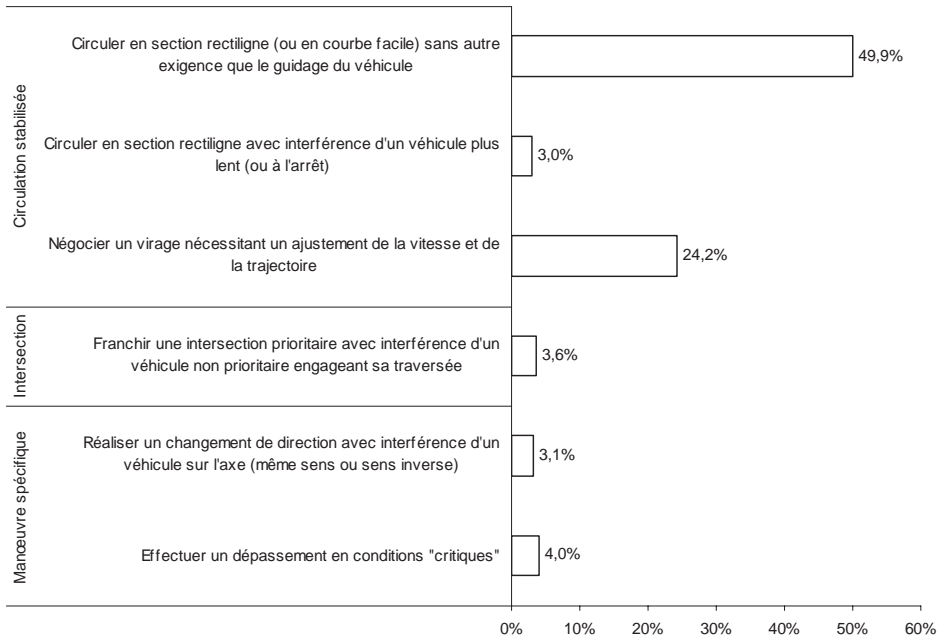
- 106 conducteurs « actifs primaires ». Ces conducteurs sont « provocateurs de la perturbation ». Ils sont directement à l'origine de la déstabilisation de la situation. Suite à une défaillance fonctionnelle, ces conducteurs provoquent une situation critique dans laquelle va s'inscrire la situation d'accident. Ex : une manœuvre amenant une trajectoire de collision, générant une perturbation imprévisible pour les autres usagers, provoquant une perte de contrôle.
- 5 conducteurs « actifs secondaires ». Ces conducteurs ne sont pas à l'origine même de la perturbation mais ils font toutefois partie prenante de la genèse de l'accident. Ils contribuent à la genèse de l'accident par la négligence d'indicateurs alarmants et l'absence de stratégies préventives adaptées. Ex : absence d'adaptation comportementale dans l'attente d'une régulation par autrui, pas de prévision d'une interférence possible avec des indices pourtant alarmants, etc.
- 1 conducteur « réactif potentiel » qui a été confronté à une manœuvre atypique d'un conducteur mais aurait éventuellement pu éviter l'accident si une aide à la conduite lui avait apporté les informations nécessaires.

2. Tâche de dysfonctionnement

Les accidents liés à une dégradation de l'état de vigilance des conducteurs surviennent le plus souvent pendant la réalisation de tâches de conduite simples (Figure 8). Dans 77,1 % des cas, cette tâche se limite au guidage du véhicule sur la chaussée, en section rectiligne dans la majorité des cas (49,9 %), ou en virage

(24,2 % des cas). Ces résultats d'ensemble corroborent d'un côté les relations qui s'instaurent entre les baisses de vigilance et la monotonie de la tâche à réaliser, mais ils attestent également de ce que les problèmes de vigilance ont un impact important sur la conduite dans ses aspects les plus élémentaires. Ces différentes questions sont développées par la suite.

Figure 8 : répartition des principales tâches de dysfonctionnement chez les conducteurs présentant des problèmes de vigilance (n = 112)



3. Les défaillances induites par les problèmes de vigilance

Une classification des 112 conducteurs a été réalisée en fonction du niveau d'impact des variables associées à la vigilance. Trois niveaux ont ainsi été définis afin de traduire le degré de participation de la variable étudiée (« vigilance ») à la survenue de la défaillance fonctionnelle.

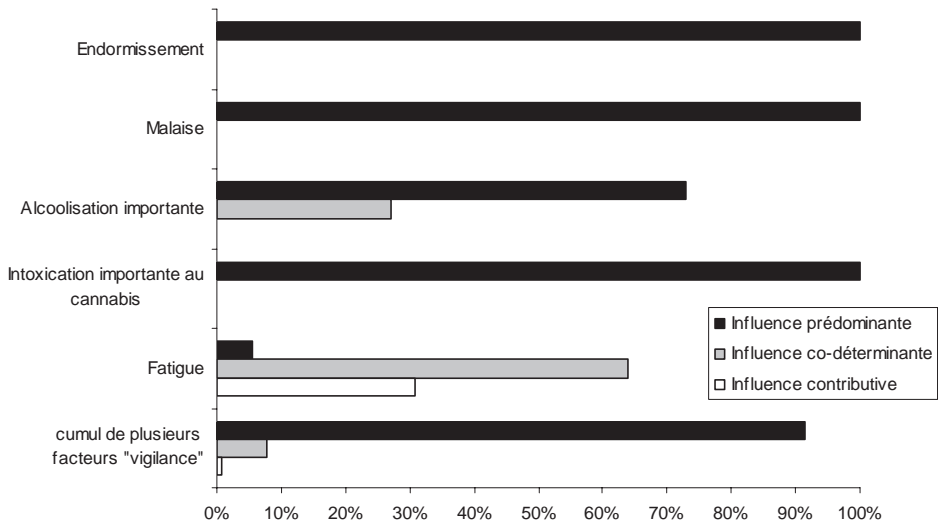
- Niveau d'impact 1 : conducteurs pour lesquels les variables d'état vigile ont une *influence déterminante* sur la survenue de la défaillance. On identifie 72,0 % des conducteurs pour lesquels la défaillance découle directement d'une dégradation du niveau de vigilance.
- Niveau d'impact 2 : conducteurs pour lesquels les variables vigiles ont une *influence co-déterminante* sur la survenue de la défaillance. On identifie 21,1 % des conducteurs pour lesquels la ou les variables liées à l'état de vigilance se sont combinées avec d'autres pour produire la défaillance.

- Niveau d'impact 3 : conducteurs pour lesquels les facteurs associés à la vigilance ont seulement une *influence contributive* sur la survenue de la défaillance. On identifie seulement 6,9 % des conducteurs pour lesquels les variables « vigilance » n'ont pas d'influence marquée sur l'apparition de la défaillance fonctionnelle.

Il apparaît que dans la plupart des cas, les éléments relatifs à la vigilance jouent un rôle prépondérant dans l'apparition des défaillances. On peut d'ores et déjà considérer ce premier constat comme un résultat à part entière : lorsqu'un trouble de la vigilance intervient dans un processus accidentel, il a le plus souvent un rôle majeur dans le déclenchement de la défaillance fonctionnelle, et ne laisse ainsi que peu de latitude à l'intervention de variables contributives. La suite de l'analyse montrera que ce n'est pas le cas pour les accidents liés aux problèmes attentionnels.

Ainsi, comme nous pouvons le remarquer à la Figure 9, lorsque les éléments explicatifs « vigilance » sont identifiés comme étant impliqués dans un accident, ces éléments ont majoritairement un niveau d'impact 1. L'exemple le plus évident est l'endormissement. Seul l'élément « fatigue » a majoritairement une influence co-déterminante dans la survenue des accidents (niveau d'impact 2 : 63,8 %).

Figure 9 : niveau d'impact des éléments explicatifs « vigilance » dans la genèse des défaillances fonctionnelles (n = 112)

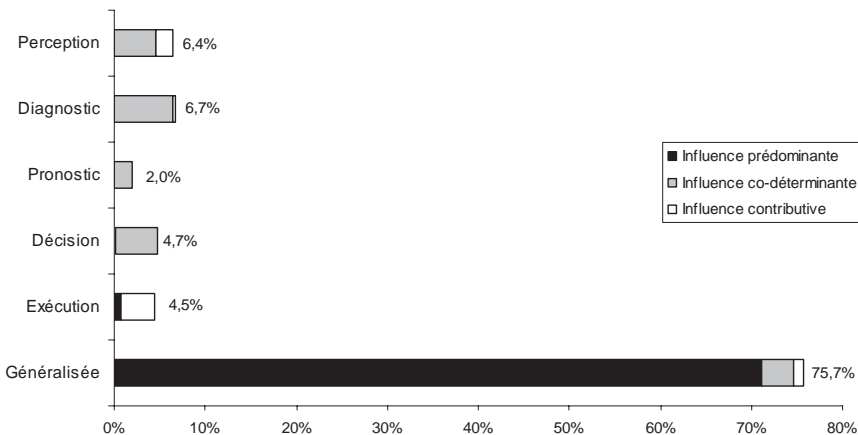


3.1. Catégories de défaillances

Le regroupement des accidents sous l'angle des catégories de défaillances induites par les problèmes de vigilance (Figure 10) fait ressortir une très forte proportion de défaillances dites « généralisées » (75,7 %). Cette catégorie de

défaillances caractérise les conducteurs dont les capacités psychophysiologiques et cognitives sont tellement amoindries qu'elles ne leur permettent plus d'assurer la tâche de conduite. Les dégradations de la vigilance repérées dans cet échantillon de conducteurs ont donc des répercussions massives, voire extrêmes, sur les capacités de conduite. Ce premier résultat illustre ce que nous présentions plus haut, à savoir que dans la survenue de ces défaillances, les éléments explicatifs « vigilance » ont un niveau d'impact prédominant. L'influence de la vigilance sur des fonctions plus ciblées (perception, diagnostic de la situation, etc.) apparaît en regard presque anecdotique. La défaillance de ces fonctions semble par ailleurs moins directement influencée par les variables « vigilance » puisqu'elles sont en grande majorité associées aux niveaux 2 et 3 d'implication de ces variables (Figure 10).

Figure 10 : répartition des catégories de défaillances chez les conducteurs « vigilance » (n = 112). Pour chaque défaillance, les trois niveaux d'impact des défauts de la vigilance sont distingués



3.2. Types de défaillances

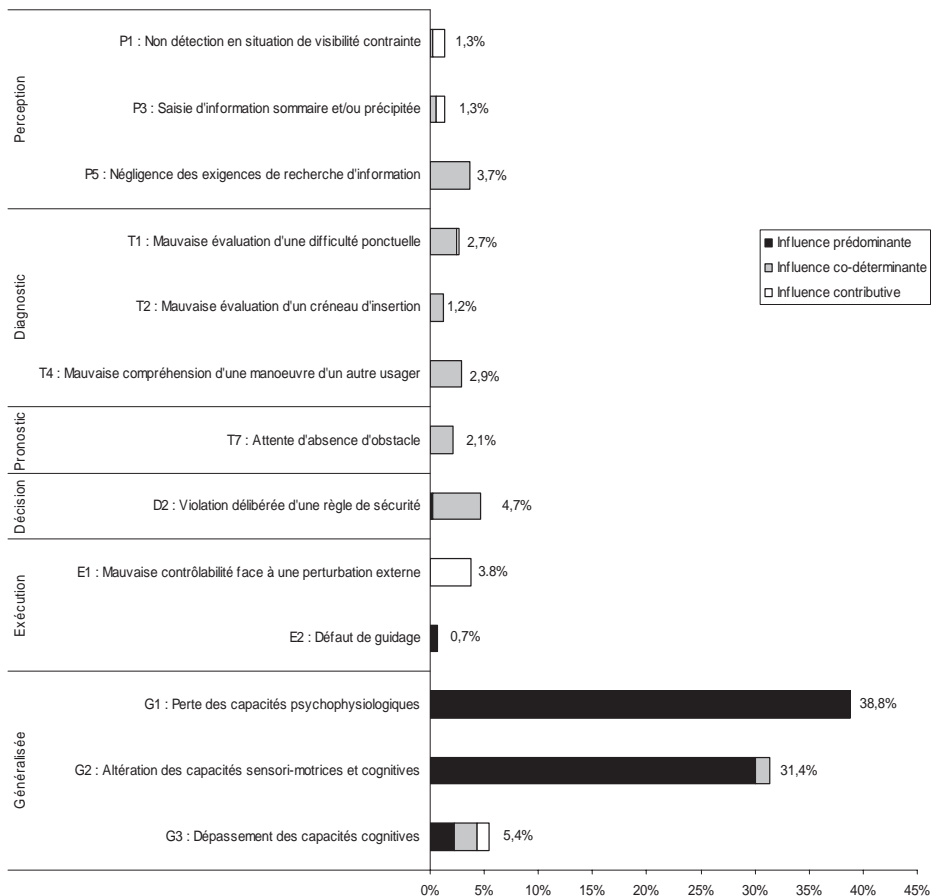
L'analyse plus détaillée (Figure 11) de ces catégories de défaillances précise à peine le précédent résultat, étant donné le caractère presque caricatural de l'influence de ces variables sur les processus engagés dans la conduite. Les erreurs de type « généralisées » liées aux problèmes de vigilance se répartissent en deux sous-groupes majeurs :

- Le premier concerne les conducteurs victimes d'une perte de conscience de la situation à la suite d'un endormissement ou d'un malaise (défaillance G1, 38,8 %). Cette perte de conscience provoque bien évidemment une désactivation de l'organisme qui amène une interruption de l'activité de conduite dans sa globalité, ce qui se traduit par une totale perte de contrôle du véhicule.

- Le deuxième sous-groupe rassemble les conducteurs dont les capacités sensori-motrices et cognitives sont altérées au point qu'ils ne sont plus capables de gérer des composantes même simples de la conduite (défaillance G2, 31,4 %). Cette altération des capacités intervient en liaison avec l'absorption d'une substance psychotrope quelle qu'elle soit. En dépit de l'absence d'endormissement au sens strict, la défaillance G2 aboutit typiquement, comme pour la défaillance G1, à une perte de contrôle du véhicule.

La perte de contrôle est donc une caractéristique accidentelle très fortement représentative des problèmes de vigilance. Des variantes dans leur déroulement seront décrites plus loin sous forme de scénarios-types.

Figure 11 : répartition des types de défaillances chez les conducteurs de la base « vigilance » (n = 112)



En résumé, lorsqu'une variable liée à l'état de vigilance du conducteur est en cause, elle conduit le plus souvent à une défaillance généralisée du conducteur. D'autre part, elle a un impact prédominant sur la production de cette défaillance et ne nécessite donc que rarement l'intervention conjointe d'autres facteurs accidentogènes pour déboucher sur un accident, souvent de type « perte de contrôle ».

4. Scénarios-types de production des défaillances généralisées

En complément de ces exploitations transversales de variables, la mise en évidence de scénarios-types de production de défaillance a pour objectif de faire ressortir des régularités, non seulement pour telle ou telle variable, mais au sein même des processus accidentels, en réintégrant les défaillances dans leur contexte et en regroupant les cas qui présentent un « air de famille » du point de vue des différents paramètres impliqués.

La forte particularité des accidents impliquant un facteur « vigilance » se répercute sur les scénarios que l'on peut dégager, montrant une très faible variabilité dans les mécanismes en jeu. Ainsi, si l'on se cantonne aux variables strictement accidentologiques, on aboutit, à partir du modèle de classification établi, à un seul scénario pour l'ensemble des défaillances G1 (Pertes des capacités psychophysiologiques et cognitives). Ce scénario-type spécifie les pertes de conscience de la situation observées à la suite d'un endormissement ou d'un malaise, et qui aboutissent systématiquement à une perte de contrôle. On compte 38,8 % des cas homogènes du point de vue de ce déroulement dans l'échantillon.

De la même manière, les scénarios rattachés à la défaillance G2 (Altération des capacités sensori-motrices et cognitives) sont peu diversifiés. Deux d'entre eux fédèrent un grand nombre de cas. Le scénario G2A (Altération des capacités de négociation de trajectoire) regroupe 16 % des conducteurs, et le G2B (Altération des capacités de guidage) est identifié chez 14 % des impliqués. Ces deux scénarios ne diffèrent que sur une caractéristique qui concerne l'infrastructure sur laquelle la défaillance s'actualise : dans le premier cas, l'accident a lieu lorsque le conducteur rencontre un virage ; dans le deuxième, la dégradation de l'état du conducteur est telle qu'elle ne lui permet plus de guider son véhicule sur une portion rectiligne de la chaussée.

Étant donné le systématisme et le caractère basique des processus accidentels qui rendent compte de manière un peu trop « générale » de ces défaillances globales, nous avons cherché à regarder en amont des variables accidentologiques pour arriver à un affinement des scénarios-types qui permettent d'en rendre compte de manière compréhensive. Les données décrites ci-après intègrent ainsi les données caractérisant non seulement le déroulement de l'accident, mais également les conditions d'entrée dans la séquence accidentelle, notamment celles qui ont trait aux contextes d'émergence des problèmes de vigilance.

On proposera donc des scénarios-types sous forme de variantes qui s'intègrent toutes dans un cadre commun, mais qui le complètent par le repérage d'éléments permettant de mieux qualifier les problèmes de vigilance en cause, et par la définition des facteurs qui ont influencé leur émergence.

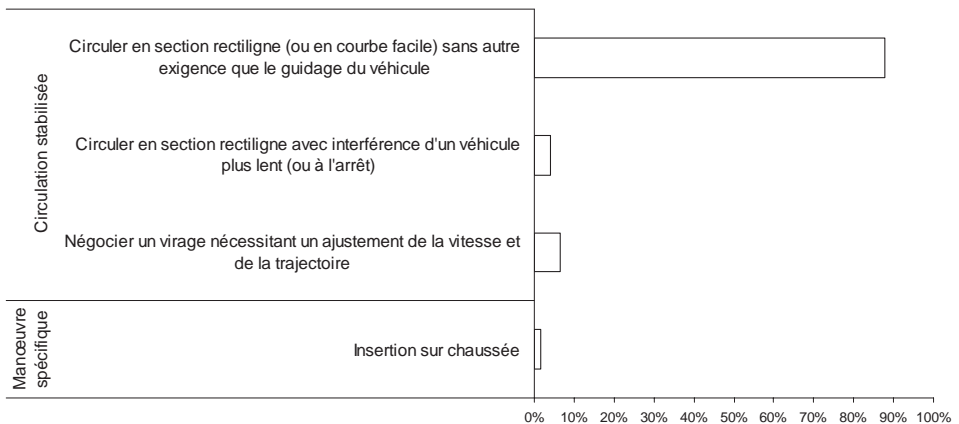
4.1. Défaut de vigilance et défaillances fonctionnelles G1 « perte des capacités »

4.1.1 Situation d'apparition des défaillances G1 « perte des capacités »

La défaillance G1 apparaît dans 98 % des cas dans une situation stabilisée de conduite, comme circuler en section rectiligne (88 %) ou négocier un virage nécessitant un ajustement de la vitesse (6 %). Dans seulement 2 % des cas, la défaillance G1 apparaît lors de la réalisation d'une manœuvre spécifique telle qu'une insertion sur chaussée. Dans ces cas-là, la défaillance survient à la suite d'un malaise (Figure 12).

Ainsi, l'endormissement survient le plus souvent dans un environnement routier monotone. Dans de telles conditions de circulation, les conducteurs relâchent leurs efforts de concentration et ont tendance à s'assoupir.

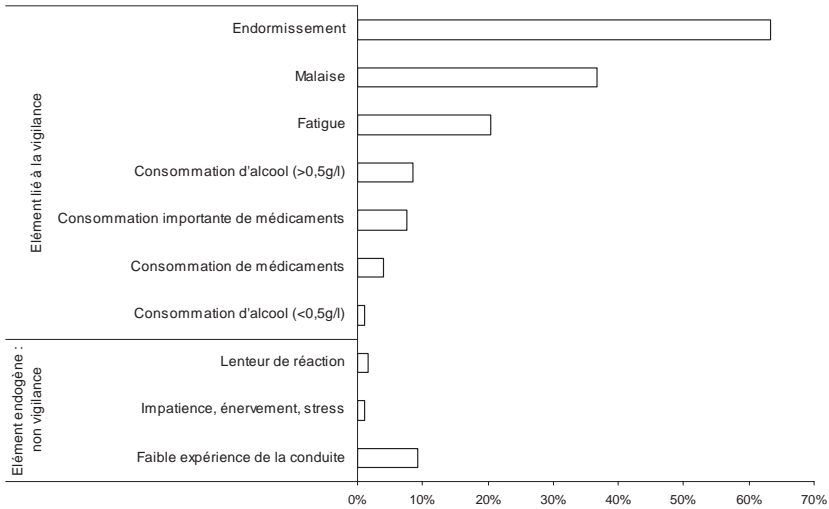
Figure 12 : situations de pré accidents des défaillances G1 (n = 44)



4.1.2. Principaux éléments explicatifs des défaillances G1 « perte des capacités »

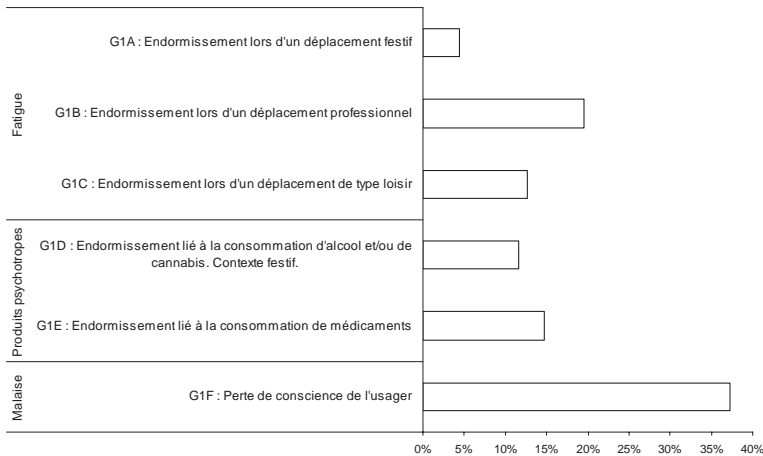
Les facteurs qui concourent à la survenue de la défaillance G1 sont à la fois peu nombreux et fort déterminants (Figure 13). En effet, le ratio moyen d'élément explicatif pour la défaillance G1 est de seulement 1,56. C'est la chute plus ou moins brutale du niveau de vigilance qui est en cause dans cette défaillance, correspondant principalement à un endormissement (63 %) qui s'explique dans la majorité des cas par la fatigue et/ou une alcoolémie élevée, ou par la prise d'autres produits psychoactifs. Dans les 37 % de cas restants, la défaillance G1 résulte d'un malaise du conducteur (crise de spasmodie, hypoglycémie, etc.).

Figure 13 : éléments explicatifs des défaillances G1 (n = 44)



Les rares éléments qui viennent compléter cette liste n'ont qu'une participation faible. Quelle que soit la substance ingérée (alcool, cannabis, médicaments) et quel que soit le niveau d'intoxication du conducteur, la consommation d'un produit psychotrope participe aux problèmes d'endormissement ou de malaise et amenuise encore d'avantage les capacités de vigilance de l'utilisateur.

Figure 14 : distribution des différents scénarios identifiés issus d'une défaillance G1⁶ (n = 44)



⁶ On distinguera ici les scénarios issus d'un endormissement des scénarios issus d'un malaise.

* Dans un cas d'accident, l'hypothèse d'un endormissement a été retenue mais les causes de cette chute du niveau d'éveil n'ont pas pu être déterminées avec précision.

4.1.3. Scénarios-types pour la défaillance G1 (Annexe 1)

La défaillance fonctionnelle G1 est impliquée dans 38,8 % des cas d'accidents de ce groupe. On note que deux conducteurs sont décédés lors de l'accident, le manque d'information ne nous permet pas de catégoriser avec précision le scénario d'accident pour ces cas. On distinguera pour G1 : – les accidents relatifs aux endormissements (63 %) selon qu'ils soient liés à la seule fatigue, à une association entre fatigue et absorption d'un produit psychotrope, – et ceux qui résultent d'un malaise (Figure 14).

- G1 « Fatigue »

L'analyse de ces cas a permis la constitution de 3 scénarios selon que la fatigue est liée à un déplacement d'origine festive, professionnelle, ou de type loisir / vacances. Aucun de ces accidents ne fait référence à l'ingestion de produits psychoactifs tels que médicaments, alcool ou autres drogues. Tous ces accidents du type G1 Fatigue surviennent sur un itinéraire monotone, se déroulent sur un tracé facile, une chaussée large, dont le revêtement est en bon état. L'ambiance dans l'habitacle est neutre. Le conducteur est seul ou accompagné d'un passager endormi qu'il a même parfois tenté de réveiller en sentant la fatigue arriver. Dans aucun de ces accidents, la radio n'était allumée. C'est au bout de plusieurs dizaines de kilomètres que l'accumulation de tous ces éléments concourt à l'endormissement du conducteur.

Scénario G1A : endormissement de l'utilisateur lié à un déplacement festif – alcoolémie négative

- Les conducteurs concernés sont jeunes (20-28 ans, moyenne de 23 ans) et de sexe masculin.
- Ils sont professionnellement actifs, mais souvent en situation précaire. Ils ont souvent une profession physiquement éprouvante (maçon, livreur de foin, etc.).
- L'accident se déroule toujours de nuit ou au petit matin, dans le cadre d'un retour de soirée festive ou d'un trajet personnel (ex : un jeune homme va chercher son amie à la gare, tard dans la nuit et lutte contre la fatigue) qui ajoute une dette de sommeil à une fatigue professionnelle.

Scénario G1B : endormissement de l'utilisateur lié à un déplacement professionnel – alcoolémie négative

- Les conducteurs concernés sont plutôt jeunes (19-50 ans, moyenne de 32 ans) et de sexe masculin.
- La profession de ces conducteurs peut souvent être considérée comme éprouvante physiquement : chauffeurs-livreurs, préparateur de commande, commercial, travailleur posté. Les conducteurs manifestent souvent, dans les entretiens que nous avons auprès d'eux, des soucis ou contrariétés.

- Certains accidents se déroulent de nuit, aux heures correspondant au début d'activité (chauffeurs, travail posté...). Les autres accidents ont lieu le jour ou le soir, aux heures qui coïncident avec la fin de la journée de travail.

Scénario G1C : endormissement de l'usager lié à un déplacement de type loisir / vacances – alcoolémie négative

- Ces conducteurs sont des hommes d'âge variable (19-60 ans, 36 ans en moyenne).
- En termes de contexte de vie, ils ne font état de rien de particulier. Ils n'ont pas de soucis ni de contrariétés, se déclarent plutôt de bonne humeur compte tenu du fait qu'ils partent en vacances. Ils ne présentent pas de fatigue autre que celle liée à une longue période de conduite.
- Le trajet est de type loisir / vacances. L'heure de l'accident est assez variable. C'est la longueur du trajet (de l'ordre de 700 km parcourus) qui renseigne le plus sur l'origine de la fatigue ressentie par les usagers.

- G1 « Produits psychotropes »

Les accidents survenus à la suite d'endormissement donnent lieu à la constitution d'un second groupe. Ici, les éléments qui agissent sur le niveau de vigilance sont pluriels, la perte de conscience observée chez les conducteurs corrélant l'absorption de produits psychotropes à la fatigue. Ces substances se répartissent en deux sous-groupes en fonction du contexte dans lequel elles ont été consommées : un contexte festif associé à une consommation d'alcool et/ou de cannabis, un contexte thérapeutique lorsqu'il s'agit de l'ingestion de médicaments.

Scénario G1D : endormissement de l'usager lié à la consommation de produits psychotropes (alcool et/ou cannabis) – contexte festif

- Les conducteurs sont âgés de 21 à 68 ans (35 ans en moyenne) et sont tous de sexe masculin.
- Dans tous les cas, les résultats d'alcoolémie – lorsqu'ils sont disponibles – sont bien au-dessus du seuil légal (1,9 g/l de sang en moyenne).
- Les données d'entretien font état d'une fatigue professionnelle, de soucis et contrariétés (problèmes sentimentaux, familiaux). On relève des cas d'alcoolisme chronique, des cas de marginalité (un usager vit dans une caravane, sans travail fixe, sans contact avec ses 2 enfants ; un autre sort le jour même de prison). Dans un cas, l'association alcool/cannabis a été observée et semblait coutumière au conducteur.
- Le trajet est dans tous les cas de type « festif ». Cela concerne soit des conducteurs d'âge moyen qui sortent d'un « apéro » un peu poussé ; ces accidents ont lieu de jour. Il s'agit par ailleurs de sorties en boîte de nuit ou soirée étudiante et concernent des conducteurs plus jeunes.
- L'itinéraire est toujours monotone, se déroule sur un tracé facile, une chaussée large, dont le revêtement est toujours en bon état. L'ambiance dans l'habitacle est très souvent neutre (ni radio ni conversation avec un passager).

Scénario G1E : endormissement de l'usager lié à la consommation de produits psychotropes médicamenteux

Il s'agit de conducteurs comme de conductrices entre 27 et 58 ans.

- Ces usagers ont des problèmes de santé chroniques (allergie, épilepsie, dépression, hépatite...), qui impliquent un traitement pharmacologique souvent lourd. Dans tous les cas, une partie des médicaments prescrits concerne la classe des hypnotiques et/ou des tranquillisants.
- Certains de ces conducteurs sont en arrêt d'activité pour raison de chômage ou du fait d'invalidités liées à leurs troubles médicaux. Ils sont tous en état de soucis et de contrariétés, qu'ils soient d'ordre familial (instance de divorce ou de séparation, problèmes avec les enfants...) ou professionnel. Ils se plaignent également de fatigue. On note parfois l'association alcool/médicament.
- Le motif du trajet est variable, l'itinéraire est plutôt monotone (même si parfois en ville), se déroulant sur un tracé facile, une chaussée large, dont le revêtement est en bon état. L'ambiance dans l'habitacle est souvent neutre (ni radio ni conversation avec un passager). Les accidents ont lieu aussi bien tôt le matin que la nuit⁷.

- G1 « Malaise »

L'origine de la perte de conscience dont sont victimes les conducteurs peut aussi provenir d'un malaise. C'est à partir de ce critère qu'a été constitué le 3^e groupe de scénarios illustratifs des défaillances G1.

Scénario G1F : perte de conscience de l'usager lié à la survenue d'un malaise

- Ce scénario concerne aussi bien les hommes que les femmes dans une tranche d'âge assez élevée (moyenne de 45 ans).
- Dans la plupart des cas, on a pu relever des préoccupations relatives à des problèmes personnels, ou à la nature même du trajet à effectuer (anxiété à l'idée d'avoir à parcourir une distance plus importante que d'accoutumée). À plusieurs reprises, les conducteurs étaient rendus soucieux par leur état de santé, sentiment justifié puisque ce dernier a justement abouti à la perte de conscience. Les malaises ont des origines multiples (congestion cérébrale, hypoglycémie, douleurs poitrinaires, épilepsie, spasmophilie, diabète, état fébrile, malaise post-prandial...).
- Les accidents ont en grande majorité lieu sur un itinéraire monotone, dont le tracé est facile, sur une chaussée large, dont le revêtement est toujours en bon état. L'ambiance dans l'habitacle est très souvent neutre (ni radio ni conversation avec un passager). Le moment de l'accident se situe aussi bien le matin que l'après-midi, mais toujours pendant la journée.

⁷ On citera l'exemple d'une personne âgée qui s'était vue prescrire un certain nombre de médicaments à prendre soir et matin, ainsi qu'un somnifère... qu'elle a pris soir et matin.

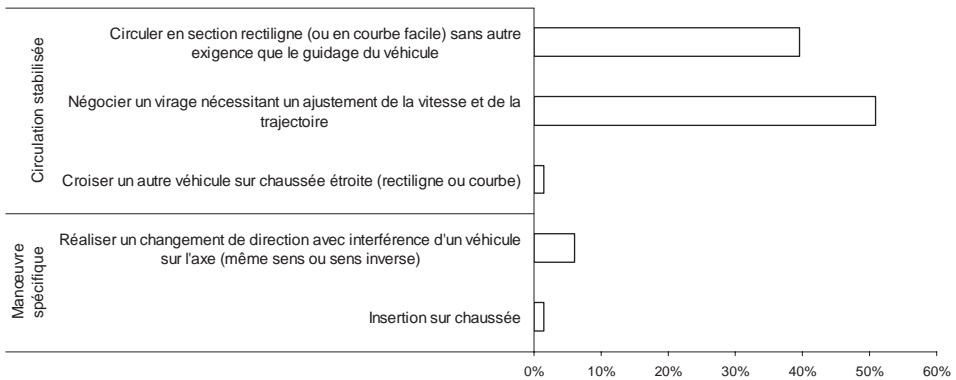
4.2. Défaut de vigilance et défaillance fonctionnelle G2 « Altération des capacités »

4.2.1. Situation d'apparition des défaillances G2 « Altération des capacités »

Les scénarios d'occurrence de cette défaillance se répartissent principalement selon deux types de situations accidentelles :

- L'altération des capacités de négociation de trajectoire en situation de virage (51 %) (Figure 15). Dans cette situation, les usagers ont généralement à négocier un ajustement de leur vitesse et de leur trajectoire. La rencontre d'une difficulté dans leur trajet actualise la défaillance. La difficulté est généralement négociée à une vitesse trop élevée et les impliqués perdent le contrôle du véhicule.
- L'altération des capacités de guidage en ligne droite (39 %) (Figure 15). Cette situation regroupe des situations dans lesquelles les conducteurs n'ont ni plus ni moins qu'une tâche de guidage du véhicule sur la chaussée. L'état du conducteur ne lui permet pas de gérer correctement son activité de conduite au point qu'il ne se rende pas compte de la dérive du véhicule.
- Ainsi, l'altération des capacités psychophysiologiques et cognitives rend difficile la négociation d'une trajectoire même simple.

Figure 15 : principales situations de pré accidents des défaillances G2 (n = 35)

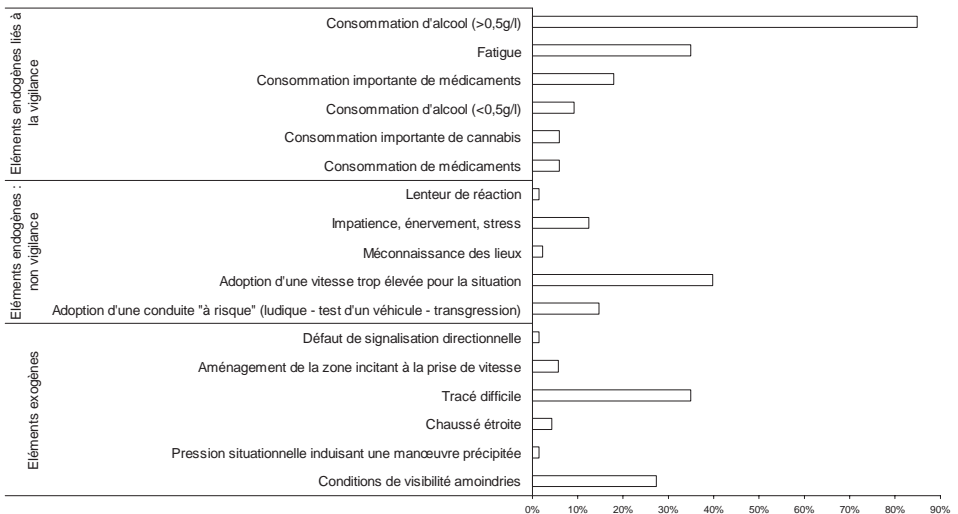


4.2.2. Principaux éléments explicatifs des défaillances G2 « Altération des capacités »

Dans le cas de la défaillance G2 (Figure 16), les éléments explicatifs sont un peu plus diversifiés que pour la défaillance G1. Même si le niveau d'alcoolisation du conducteur joue un rôle central dans 85 % des cas, c'est souvent en association avec d'autres facteurs que l'altération des capacités psychophysiologiques et cognitives du conducteur mène à l'accident (le ratio moyen d'éléments par défaillance est ici de 3,06 alors qu'il n'est que de 1,56 élément pour la défaillance G1). Cette

alcoolisation s'accompagne souvent de l'adoption d'un mode de conduite dangereux : les vitesses de circulation sont trop élevées pour la situation dans 40 % des cas, et des comportements à risque (conduite ludique, « sportive ») sont relevés dans 15 % des défaillances G2. On note aussi l'influence contributive de facteurs plus exogènes tels que les difficultés liées à l'infrastructure : une chaussée étroite, un tracé difficile ou encore un aménagement de la zone amenant à la prise de vitesse. Ces éléments vont jouer le rôle de révélateur, de « catalyseur », de la défaillance latente : c'est ainsi au moment où le conducteur négocie un virage serré, en rupture avec les caractéristiques routières rencontrées préalablement, que la défaillance survient. Les conditions de visibilité amoindries jouent également un rôle. C'est la nuit qu'ont lieu la grande majorité de ces accidents.

Figure 16 : principaux éléments explicatifs des défaillances G2 (n = 35)



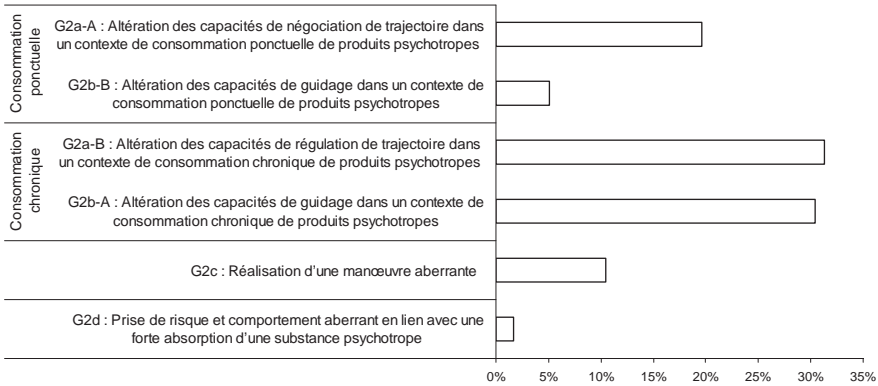
4.2.3. Scénarios-types pour la défaillance G2 (annexes 2 et 3)

On rendra compte ci-après des différents scénario-types de la défaillance G2 en fonction du contexte d'ingestion d'un produit psychotrope (alcool, cannabis, médicaments...). On distinguera les cas selon le caractère plus ou moins habituel que revêt la prise de psychotrope (consommation occasionnelle contre consommation chronique) ainsi que le type de produit consommé. La recherche de critères de cohérence conduit à prendre en compte également l'âge des conducteurs concernés par cette consommation.

L'étude des défaillances G2 révèle également certains scénarios dans lesquels la prise de psychotrope amène à l'adoption d'un comportement aberrant (prise de risque, compétition, comportement agressif...) ou à la réalisation d'une manœuvre irrationnelle qui aboutit à l'accident (mauvais positionnement aux intersections, prise d'une route à contresens, arrêt sur sa voie en dépit du bon sens, etc.).

Dans seulement un cas de l'échantillon, la défaillance G2 n'est pas liée à la consommation d'un psychotrope ou d'alcool mais seulement à l'âge avancé de l'impliquée et à son état de fatigue (surmenage). Le réveil brutal de cette conductrice ne lui permet pas d'assurer la tâche de conduite correctement.

Figure 17 : principaux scénarios types des défaillances G2 (n = 35)



• G2 « Consommation ponctuelle »

25 % des cas d'altération des capacités sensori-motrices et cognitives sont rattachés à une consommation occasionnelle de produits psychotropes. Deux scénario-types rassemblent de manière homogène la majorité de ces différents accidents.

Scénario G2a-A : altération des capacités de négociation de trajectoire dans un contexte de consommation ponctuelle de produits psychotropes

- L'âge moyen recensé chez ces usagers, qui sont en grande majorité des jeunes hommes, est de 25 ans (de 20 à 34 ans).
- Le taux moyen d'alcool dans le sang relevé, pour ceux dont nous avons l'information, est de 1,67 g/l. Pour un conducteur, l'intoxication était également due à la consommation de cannabis.
- Ce sont dans une grande majorité des individus intégrés socialement, ayant une activité professionnelle et ne faisant pas état de soucis ou de préoccupations particulières au moment de l'accident.
- Le trajet réalisé par ces conducteurs est de type « festif » (sortie en boîte de nuit ou autre) et s'effectue généralement dans des conditions ludiques de conduite (conversations animées avec les autres occupants du véhicule, volume du poste radio élevé...).
- L'accident a, dans la plupart des cas, lieu au moment de la rencontre d'une difficulté relative à l'infrastructure (virage serré, entrée dans un giratoire,

engagement dans une intersection complexe). Une vitesse supérieure à la limitation ponctuelle est souvent en cause. Ce sont exclusivement des collisions ayant lieu la nuit à une heure plus ou moins avancée selon le type de sortie considéré (apéritif, boîte de nuit, etc.).

Scénario G2b-B : altération des capacités de guidage dans un contexte de consommation ponctuelle de produits psychotropes

L'âge moyen recensé chez ces usagers est de 28 ans (de 22 à 33 ans). Ces cas d'accidents mettent en cause des hommes.

À priori, tous ces hommes sortent d'un lieu où ils viennent de consommer de l'alcool. Le taux moyen d'alcool dans le sang relevé chez eux est très élevé ($m = 2,6$ g/l).

Tous ces accidents ont lieu de nuit, sur des trajets sans éclairage. Ces accidents ont souvent lieu sur des tracés sans difficulté particulière, mais l'association alcool et vitesse excessive est souvent à l'origine de la perte de contrôle ou de la sortie de route. De plus, l'état dégradé des capacités sensorimotrices des conducteurs rend la récupération de la situation impossible. Dans un cas, le mauvais état du système de freinage de la voiture est également en cause.

- G2 « Consommation chronique »

À la différence du groupe précédent, les cas qui sont traités ici font référence à une consommation beaucoup plus coutumière de psychotropes. Les accidents qui en découlent présentent des spécificités liées notamment aux groupes d'âge des conducteurs et aux produits ingérés.

Scénario G2a-B : altération des capacités de régulation de trajectoire dans un contexte de consommation chronique de produits psychotropes

- Ce sont des hommes ou des femmes âgés de 22 à 53 ans (moyenne 39 ans).
- Il s'agit majoritairement de personnes souffrant d'alcoolisme chronique, dont un cas qui associe alcool et méthadone. Il peut s'agir également de consommation chronique de cannabis
- Il s'agit d'individus en « dérive personnelle », souvent fragiles psychologiquement et dans des situations personnelles difficiles (divorce, chômage, sans domicile fixe, difficultés familiales...). Certains accidentés sont récidivistes ou sur le coup d'une restriction de permis de conduire.
- Le taux d'alcoolémie (2,54 g/l...) ou l'intoxication au cannabis sont très importants au moment de l'accident.
- L'accident se produit généralement très rapidement dès le début du trajet et toujours lors de la rencontre d'une difficulté relative à l'infrastructure, en virage notamment, et sans réelle distinction de temps (pleine journée ou nuit).

Scénario G2b-A : altération des capacités de guidage dans un contexte de consommation chronique de produits psychotropes

- Ce scénario concerne en grande majorité des hommes, âgés en moyenne de 43 ans (de 30 à 54 ans).
- Le taux moyen d'alcool relevé chez ces impliqués est important (2,08 g/l). À la consommation d'alcool, s'ajoutent parfois d'autres produits tels que, cannabis, antidépresseurs, autres médicaments...
- Ce qui caractérise le plus ces conducteurs, c'est le cumul des problèmes qu'ils rencontrent dans leur vie actuelle. On relève des situations de fracture sociale (vie en caravane, en « squat »), de rupture familiale (divorce, séparation), de difficultés professionnelles (un bon nombre d'impliqués sont au chômage ou vivent de petits boulots). Dans le cas où l'activité professionnelle est stable, elle est toujours éprouvante physiquement (arboriculteur, employé de ferme, etc.). Certains des usagers conduisent malgré une suspension de permis ou un défaut d'assurance. Enfin, on observe parfois de graves problèmes de santé, en liaison notamment avec la chronicité de l'alcoolisme.
- Les types de trajets sont divers et parfois difficiles à déterminer en regard du peu de cohérence des propos tenus par les impliqués.
- Ces accidents ne sont pas nécessairement corrélés à un élément de l'environnement tel que la négociation d'un virage. Bon nombre d'entre eux a lieu sur section rectiligne, lorsque la tâche de conduite ne présente aucune difficulté particulière, si ce n'est guider le véhicule sur la chaussée. Ces impliqués sont souvent seuls à l'intérieur de leur voiture et leur accident survient à n'importe quel moment de la journée.
- G2 « Manœuvre ou comportement aberrant, prise de risque et forte absorption de psychotropes »

Dans d'autres cas d'accidents, la consommation d'un psychotrope entraîne l'adoption d'un comportement à risque ou à la réalisation d'une manœuvre aberrante. Ces deux scénarios seront distingués ici.

Scénario G2c : réalisation d'une manœuvre aberrante

- Ces usagers sont des hommes et des femmes d'âge mûr (43 ans en moyenne).
- Le taux d'alcoolémie de ces impliqués est excessivement élevé (3,9 g/l !) et dans certains cas, associé à la consommation de drogue ou de médicament.
- Les conducteurs ont des profils psychologiques fragiles et semblent souffrir d'alcoolisme chronique.
- Sous l'emprise des psychotropes, ces usagers réalisent une manœuvre aberrante qui aboutit à l'accident (roule en sens inverse, ne cède pas une priorité, traverse la route sans prendre d'information, etc.).

Scénario G2d : prise de risque et comportement aberrant

- Ces usagers sont des jeunes hommes âgés d'environ 23 ans.
- Le taux moyen d'alcool dans le sang relevé chez eux est de 1,5 g/l.
- Le trajet réalisé par ces conducteurs est de type « festif » (sortie en boîte de nuit) et s'effectue dans des conditions ludiques de conduite (conversations animées avec les autres occupants du véhicule, course avec une autre voiture).
- L'accident est provoqué par un comportement aberrant (se retourne pour discuter avec un passager assis à l'arrière alors qu'il roule à grande vitesse). L'adoption d'une vitesse excessive (100 ou 120 km en ville) et un taux d'alcoolémie élevé amène à la perte de contrôle dans des itinéraires simples.

5. Vigilance et accidents : discussion

L'examen des contextes de production des problèmes de vigilance vient compléter l'analyse accidentologique et permet de dégager des profils d'accidents sous formes de scénarios-types qui intègrent également des variables en amont de l'entrée dans la séquence accidentelle.

Ainsi les pertes de conscience (défaillances G1) ont pu être détaillées en fonction des différentes sources de fatigue des conducteurs. Six profils principaux se dégagent à cet égard :

- Une fatigue d'origine festive, caractéristique surtout des conducteurs jeunes. L'accumulation d'une fatigue professionnelle et du manque de sommeil lié à l'heure tardive conduit à l'endormissement. L'accident a souvent lieu tard dans la nuit, lorsque les impliqués rentrent chez eux.
- Une fatigue liée à l'activité professionnelle. Elle concerne des conducteurs plus âgés, occupant des professions éprouvantes (chauffeurs routiers, commerciaux, rythmes 3/8...), et qui effectuent des trajets travail-domicile.
- Une fatigue induite par le déplacement même. Cela concerne des trajets de plusieurs centaines de kilomètres, engendrés par des départs ou des retours de vacances.
- Une baisse du niveau d'éveil lié à la consommation de psychotropes (alcool, drogue...) caractéristique surtout des conducteurs jeunes. L'accumulation d'une fatigue liée au manque de sommeil et d'une consommation de psychotropes (alcool et/ou drogue) conduit à l'endormissement, dans ces cas-là, l'accident a souvent lieu tard dans la nuit, lorsque les impliqués rentrent chez eux.
- Une baisse du niveau d'éveil lié à la consommation de psychotropes (médicament). Il s'agit de conducteurs plus âgés que le groupe précédent, le plus souvent sous traitement médical (antidépresseur, hypnotique). Le motif du trajet est variable, l'itinéraire est plutôt monotone et les accidents ont lieu aussi bien tôt le matin que la nuit.

- Ces cinq profils d'accidents présentent de nombreux points communs : ils ont lieu sur des itinéraires faciles (autoroutes, chaussées larges et confortables dans tous les cas), et l'ambiance dans l'habitacle est toujours neutre. La présence éventuelle de passagers ne stimule pas le niveau d'éveil du conducteur, les autres occupants étant généralement eux-mêmes déjà en train de dormir...
- Un dernier cas de figure a été retenu pour illustrer les différentes formes que peuvent prendre les pertes de conscience : il s'agit des malaises dont peuvent être victimes les conducteurs. Ces cas sont plus rares mais concernent tous des conducteurs âgés souffrant d'antécédents médicaux.

Les altérations des capacités sensori-motrices et cognitives (défaillances G2) se distinguent également les unes des autres si on les considère sous l'angle des conditions de consommation des produits psychoactifs. Dans la plupart des cas, il s'agit de conducteurs conduisant sous l'emprise de l'alcool.

- Les consommations ponctuelles de psychotropes concernent surtout des conducteurs jeunes, accidentés pendant des déplacements de type festif (apéritifs, sorties en boîte de nuit...). Ces sorties sont d'ailleurs à l'origine de l'alcoolisation qui est en moyenne assez élevée (1,9 g/l). On retrouve dans ces accidents, toutes les caractéristiques des déplacements ludiques : ambiance agitée dans l'habitacle, conduite « à risque », vitesse non adaptée aux conditions de circulation, etc. C'est le seul groupe de l'échantillon « Vigilance » pour lequel l'accident a lieu au moment de la rencontre d'une difficulté relative à l'infrastructure (généralement lorsque les conducteurs ont à négocier un virage délicat).

On peut également distinguer dans ce groupe les conducteurs qui adoptent un comportement aberrant ou à risque sous l'emprise de l'alcool (course avec une autre voiture, se retourne pour discuter). L'alcool place ces conducteurs dans un état d'hyperexcitation qui constitue, au même titre que l'hypovigilance, une perturbation du niveau de vigilance optimal pour une conduite sûre. Dans ces cas, l'état d'ébriété et la vitesse très largement au dessus des limitations conduisent à la dégradation de la situation dans des conditions de circulation sans autres difficultés apparentes.

- Un dernier groupe se construit autour de la consommation chronique de produits psychoactifs. Ici les impliqués sont des individus plus âgés et présentent une alcoolisation très importante (2,8 g/l en moyenne...). Leur accident a lieu à n'importe quel moment de la journée. Pour ces conducteurs, le niveau d'alcoolisation est tel qu'il ne permet en aucun cas la réalisation de la tâche de conduite aussi simple soit-elle (circuler en section rectiligne, s'engager dans un large giratoire, etc.).

Il est également possible de distinguer ici un groupe, où la consommation d'alcool ou de psychotropes entraîne la réalisation d'une manœuvre aberrante (rouler en sens inverse, traverser sans prendre aucune information...). Cette consommation de psychotrope est généralement chronique (3 cas d'alcoolémie avérée sur 4) impliquant des conducteurs d'âge mûr.

Spécificités des accidents liés aux problèmes d'attention

Cette section présente les résultats des impliqués pour lesquels un ou plusieurs éléments relatifs à l'attention expliquent ou co-expliquent la défaillance identifiée. Les accidents étudiés ont été sélectionnés sur une base de données détaillée caractérisant 1 107 cas impliquant 1 890 conducteurs. À titre indicatif, on notera que les problèmes attentionnels concernent 34,3 % des conducteurs impliqués dans les accidents étudiés.

Ces résultats sont décrits dans un premier temps dans une perspective d'ensemble, puis sont détaillés par catégorie de défaillance.

1. Échantillon étudié

- 283 accidents de la base de données EDA ont été traités pour cette analyse. Dans la totalité de ces accidents, au moins un des impliqués présente une défaillance expliquée ou co-expliquée par au moins un élément d'ordre attentionnel. Par construction, sont exclus de ce groupe les accidents co-expliqués par un élément de type vigilance.
- Les 324 conducteurs de cet échantillon qui sont concernés par un problème attentionnel se répartissent de la façon suivante :
 - 233 conducteurs « actifs primaires » (72 %). Ces conducteurs sont « provocateurs de la perturbation ». Ils sont directement à l'origine de la déstabilisation de la situation. Suite à une défaillance fonctionnelle, les conducteurs provoquent une situation critique dans laquelle va s'inscrire la situation d'accident. Ex : une manœuvre amenant une trajectoire de collision, générant une perturbation imprévisible pour les autres usagers, provoquant une perte de contrôle ;
 - 75 conducteurs « actifs secondaires » (23 %). Ces conducteurs ne sont pas à l'origine même de la perturbation mais ils font toutefois partie prenante de la genèse de l'accident. Ils contribuent à la dégradation de la situation par la négligence d'indicateurs alarmants et l'absence de stratégies préventives adaptées. Ex : pas d'adaptation comportementale dans l'attente d'une régulation par autrui, pas de prévision d'une interférence possible avec des indices pourtant alarmants, etc.
 - 16 conducteurs « réactifs potentiels » qui ont été confrontés à une manœuvre atypique d'un conducteur mais auraient pu éviter l'accident si une aide à la conduite leur avait apporté les informations nécessaires (5 %).

2. Répartition des variables « attention »

Comme pour les conducteurs du groupe « Vigilance », les 324 conducteurs du groupe « Attention » ont été répartis en 3 sous-groupes, en fonction du niveau d'impact du ou des éléments attentionnels pour déterminer plus précisément l'influence de l'attention dans la genèse de l'accident :

- Niveau d'impact 1 : conducteurs pour lesquels les variables attentionnelles ont une *influence prédominante* sur la survenue de la défaillance. On recense 29,1 % pour lesquels sans les problèmes d'attention, la défaillance n'aurait pas eu lieu.
- Niveau d'impact 2 : conducteurs pour lesquels les variables attentionnelles ont une *influence co-déterminante* sur la survenue de la défaillance. On identifie 48,8 % pour lesquels la ou les variables attentionnelles se sont combinées avec d'autres pour produire la défaillance.
- Niveau d'impact 3 : conducteurs pour lesquels les variables attentionnelles ont seulement une *influence contributive* sur la survenue de la défaillance. On identifie 22,1 % des cas pour lesquels les variables associées à l'attention n'ont pas d'influence marquée sur l'apparition de la défaillance fonctionnelle. Même en leur absence, la défaillance aurait probablement eu lieu. Il est cependant intéressant de traiter les défaillances de ces conducteurs car même si la baisse attentionnelle n'est pas à l'origine de l'accident, elle est présente et constitue un élément d'étude qui s'exprime plutôt en termes de sensibilisation accrue à telle ou telle défaillance.

Cette répartition en 3 niveaux d'impact des éléments attentionnels permet d'affiner l'analyse des défaillances produites par ces conducteurs et de spécifier plus avant des scénarios-types de production des erreurs attentionnelles selon le poids réel de ce facteur dans l'accident. On note d'ores et déjà que cette répartition s'écarte de ce que l'on a pu observer dans le groupe « Vigilance » qui montrait une majorité de niveau d'impact déterminant. Il ressort ici que les problèmes attentionnels, s'ils sont plus fréquemment impliqués, ont souvent un degré d'impact plus faible et se combinent à d'autres facteurs pour générer une défaillance.

3. Répartition générale des principales tâches de dysfonctionnement

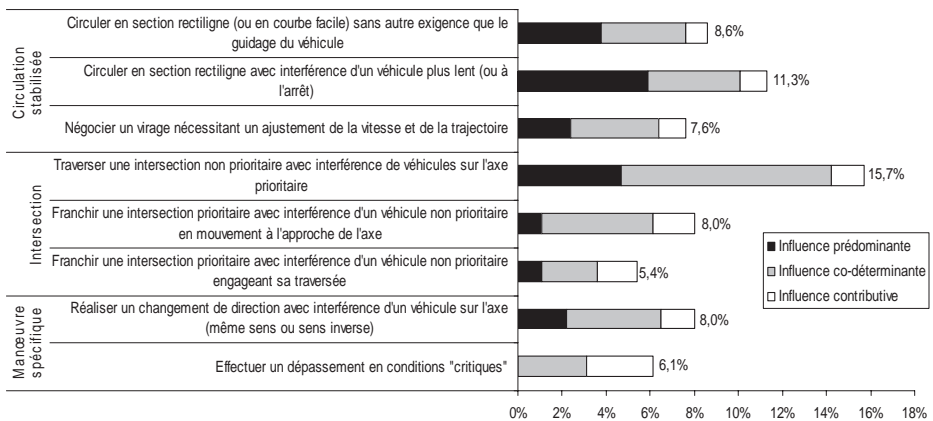
Alors que les problèmes de vigilance apparaissent majoritairement lors de situations stabilisées de conduite, les problèmes d'attention surviennent, quant à eux, plus fréquemment lors de la rencontre d'une intersection (29 %) (Figure 18). Dans ces situations de pré accidents, le bas niveau attentionnel des conducteurs est co-déterminant dans plus de 40 % des cas d'accident (Figure 18).

On note malgré tout 27 % des cas qui se déroulent dans des situations stabilisées de conduite. À la différence des situations d'intersection, lorsqu'un défaut d'attention est relevé en situation stabilisée, il a souvent un impact déterminant

dans l'accident. Par exemple, dans les cas de circulation en section rectiligne avec interférence d'un véhicule plus lent devant, le manque d'attention est déterminant dans 52 % des cas. De même, dans une situation de circulation en section rectiligne sans autre exigence que le guidage du véhicule, le défaut d'attention est déterminant dans 44 % des cas et co-déterminant dans 45 % des cas.

En d'autres termes, les défauts d'attention sont plus souvent en cause dans des situations complexes de conduite que dans des situations de circulation stabilisée. Cependant, le niveau d'impact du manque d'attention est moins décisif dans ces situations complexes (majoritairement co-déterminant) et nécessite l'intervention d'autres éléments explicatifs non attentionnels pour aboutir à l'accident. En situation stabilisée, les problèmes d'attention ont la plupart du temps un impact déterminant sur la défaillance du conducteur.

Figure 18 : répartition des tâches de dysfonctionnement les plus représentées (> à 5 %) chez les conducteurs présentant des problèmes d'attention (n = 324). Pour chaque SPA, les trois niveaux d'impact des défauts de la vigilance sont distingués

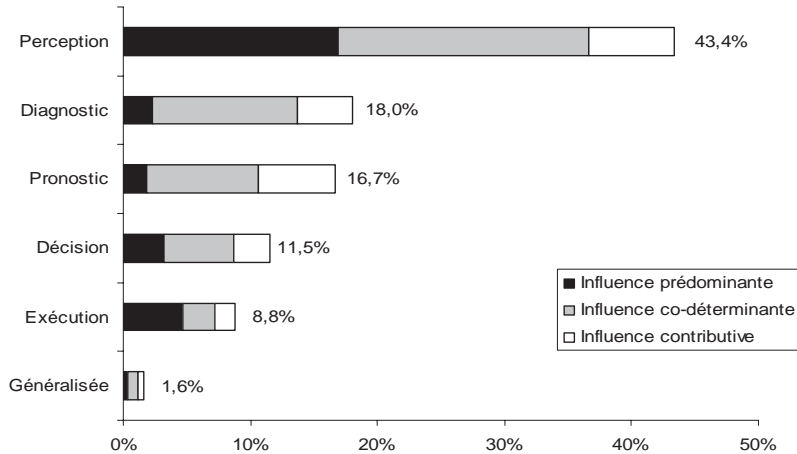


4. Analyse d'ensemble des défaillances induites par un défaut d'attention du conducteur

La Figure 19 présente la répartition des conducteurs dans les différentes catégories de défaillances, caractérisées selon le niveau d'impact des facteurs attentionnels sur la production de ces défaillances.

La catégorie de défaillance la plus représentative des accidents liés à un facteur attentionnel est sans conteste la catégorie des défaillances perceptives (43,4 % des défaillances du groupe attention) (Figure 19). On note que les défauts d'attention sont co-déterminants dans 45 % des cas de défaillance perceptive et déterminants dans 39 % des cas (Figure 19). Autrement dit, il y a en général un fort impact du manque d'attention sur les défaillances perceptives.

Figure 19 : répartition des différentes catégories de défaillances. Pour chaque défaillance, les trois niveaux d'impact des défauts d'attention sont distingués (n = 324)



Les résultats des analyses d'accident montrent que la qualité de la perception est directement liée à la qualité de l'attention tournée vers la tâche de conduite au moment de la rupture entre la situation de conduite normale et la situation d'urgence. En effet, moins le conducteur est attentif aux données pertinentes pour la tâche à réaliser, plus il est vulnérable à la production des erreurs de perception. De ce fait, les défaillances perceptives sont non seulement les plus fréquentes, mais elles sont également les plus représentées pour les conducteurs dont l'impact des facteurs attentionnels est important (niveaux d'impact 1 et 2).

Les défaillances de diagnostic (évaluation, compréhension) et de pronostic (anticipation, prévision) représentent respectivement 18 % et 16,7 % des conducteurs de l'échantillon. Ce sont en majorité des conducteurs pour lesquels les facteurs attentionnels sont : – co-déterminants (63 % des cas pour les défaillances de diagnostic et 53 % des cas pour les défaillances de pronostic) ou – contributifs (24 % des cas pour les défaillances de diagnostic et 36 % des cas pour les défaillances de pronostic). Les erreurs de traitement (diagnostic et pronostic) sont majoritairement issues d'une combinaison de facteurs attentionnels et d'autres paramètres.

Enfin, les défaillances au plan de la décision d'engagement d'une manœuvre, de l'exécution d'une manœuvre, ainsi que les défaillances généralisées à l'ensemble des fonctions réunissent pour chacune moins de 12 % des conducteurs. Concernant les défaillances de décision et les défaillances généralisées, les problèmes d'attention sont majoritairement co-déterminant (>50 % des cas). A contrario, on notera le fort niveau d'impact des facteurs attentionnels sur les défaillances d'exécution motrice de l'action. En effet, dans plus de la moitié des cas de défaillances d'exécution, les éléments explicatifs attentionnels ont une influence prédominante sur la dégradation de la situation. C'est d'ailleurs, la seule défaillance pour laquelle les défauts d'attention ont un si haut niveau d'impact.

En résumé...

Les défaillances des conducteurs liées à un défaut attentionnel se portent principalement sur la capacité à détecter les objets et les événements utiles à la gestion de la situation de conduite. Ces premiers résultats sur les défaillances montrent que, hormis pour les défaillances d'exécution, les défauts d'attention sont majoritairement co-déterminants dans la survenue des défaillances, à la différence des défauts de vigilance. La dégradation de la situation dans ces accidents est liée à une combinaison d'éléments explicatifs.

5. Analyse d'ensemble des facteurs amenant la production des défaillances liées à un problème attentionnel

Cette section présente la répartition des éléments explicatifs sur l'ensemble des défaillances. On rappellera que, à l'image du caractère multicausal de l'accident, chaque défaillance fonctionnelle s'explique par un faisceau d'éléments⁸. Les résultats présentés rendent compte du pourcentage de contribution de chaque élément aux défaillances et s'échelonnent donc sur plus de 100 %. S'agissant des éléments explicatifs des défaillances qui font intervenir un problème attentionnel, les résultats sont obtenus sur des pourcentages totaux de 378, indiquant que chaque défaillance est expliquée en moyenne par 3,78 éléments explicatifs.

On distinguera les éléments attentionnels des autres éléments qui se combinent à eux et favorisent la production des défaillances. Ces éléments non attentionnels seront distingués selon qu'ils sont « Endogènes » (correspondant au conducteur) ou « Exogènes » (correspondant à l'environnement de sa tâche).

En moyenne, pour chaque défaillance, on identifie la contribution de 1,39 éléments attentionnels et de 2,39 éléments non attentionnels. La Figure 20 présente la répartition de ces différents facteurs explicatifs des défaillances. On insistera sur le fait que la fréquence d'occurrence d'un facteur n'est pas le seul paramètre à prendre en compte. Comme on le verra par la suite, son degré d'influence sur les dysfonctionnements est une notion à ne pas négliger.

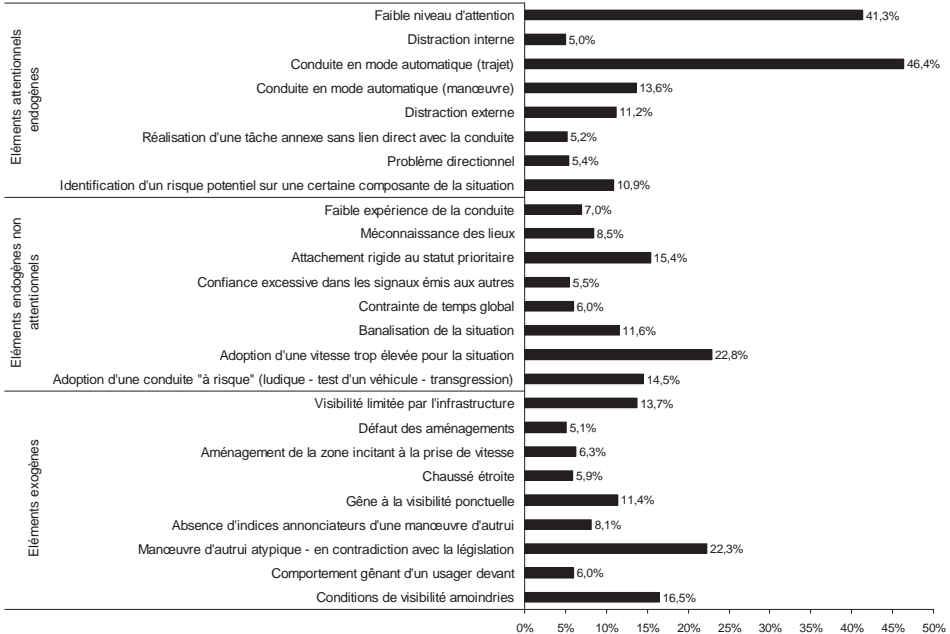
Parmi les variables de type attentionnel, on identifie notamment deux éléments qui se détachent de cette distribution d'ensemble et apparaissent ainsi contribuer à un grand nombre de problèmes.

- Un *faible niveau d'attention* globalement porté à la tâche de conduite participe pour 41,3 % aux défaillances. Cet élément correspond à un état attentif diffus, au sens psychologique de l'affectation de ressources mentales à l'activité de conduite, par exemple sur des trajets faciles ou de type loisir.
- Une *forte expérience du trajet* est impliquée dans 46,4 % des défaillances du groupe « Attention ». Cet élément correspond aux conducteurs dont l'analyse montre qu'ils ont effectué leur tâche de conduite de façon plus ou

⁸ D'un effectif de 1 à 5 selon les cas analysés.

moins automatisée, du fait d'une familiarité au trajet en cours qui les a amenés à une très faible prise de conscience des situations traversées. Il s'agit d'un trajet routinier, de type domicile-travail ou domicile-famille, de courte distance (moins de six kilomètres).

Figure 20 : répartition des éléments explicatifs des défaillances observées (représentés dans plus de 5 % des cas) dans l'échantillon « Attention » (n = 324)



L'analyse plus détaillée des mécanismes accidentels qui sera présentée par la suite sera l'occasion de constater que ces deux éléments interviennent le plus souvent de manière combinée. Elle permettra aussi de noter qu'en dépit de leur forte fréquence d'intervention, ces deux éléments ont moins souvent que d'autres un impact direct sur la production d'une défaillance et tendent donc à se combiner également avec d'autres facteurs non attentionnels.

Les autres éléments attentionnels expliquent globalement moins de défaillances, mais on verra qu'ils jouent néanmoins un rôle non négligeable du fait du fort degré d'impact de certains d'entre eux sur la production de la défaillance.

- *La forte expérience de la manœuvre* : comme pour l'expérience du trajet, mais de manière plus ciblée sur une manœuvre particulièrement bien connue, le conducteur effectue son action de façon quasi automatisée selon une stratégie standardisée, voire rigide. Il s'agit donc ici d'une situation plus précise que la variable précédente, qui porte sur un point particulier d'un

trajet connu (par exemple une traversée quotidiennement pratiquée sur une même intersection).

- La *distraktion externe* : il s'agit d'un détournement de l'attention du conducteur vers un distracteur tel qu'une discussion avec un des passagers du véhicule, le téléphone cellulaire ou l'écoute active de la radio, qui altère la qualité de l'exécution de la tâche de conduite.
- L'*identification d'un risque sur une composante de la tâche* : ici, le conducteur se focalise sur une source de danger qu'il a identifiée, au détriment du reste de la scène. Son attention étant détournée vers un autre objet, il ne détecte pas la situation potentiellement accidentogène.
- La *réalisation d'une tâche annexe* : à la différence du facteur précédent, le conducteur tourne ici son attention et son regard vers un objet extérieur à la tâche de conduite (réglage du poste de radio, chercher quelque chose dans la boîte à gants...) et se mobilise pour un moment entièrement vers l'exécution de cette activité sans lien avec la conduite.
- Un *problème directionnel* : le conducteur, qui cherche une destination, oriente son attention vers les panneaux directionnels en vue de se retrouver dans son trajet, ou vers le bord de la chaussée en cherchant une entrée de chemin ou de propriété.
- La *distraktion interne* : cet élément est basé sur le même principe que les distractions externes, à ceci près qu'ici la distraction se situe dans la sphère individuelle, comme par exemple une pensée qui monopolise l'attention au détriment de la conduite.

Les éléments endogènes non attentionnels qui viennent le plus souvent renforcer l'effet de ces variables sont :

- Les éléments *vitesse élevée* et *adoption d'une conduite à risque* : ces éléments viennent « durcir » les conditions de régulation de la situation et potentialiser ainsi les effets négatifs des problèmes d'attention.
- L'*attachement rigide au statut prioritaire* : la confiance implicite générée par ce statut prioritaire (surtout en intersection, mais aussi en section courante) va indirectement jouer sur l'attention que le conducteur porte à l'arrivée d'un éventuel usager non prioritaire sur sa trajectoire.
- La *banalisation de la situation* : cet élément explicatif conditionne directement des défauts d'attention. Le conducteur est confronté à une situation potentiellement critique, mais n'envisage pas l'évolution négative de cette situation, et n'y prête ainsi pas l'attention qu'elle aurait méritée.

Les éléments exogènes qui viennent le plus souvent contribuer à l'effet des variables attentionnelles sont :

- L'élément *manœuvre d'autrui atypique* fait référence à une interaction avec un autre véhicule qui transgresse, volontairement ou non, une règle de sécurité en réalisant une manœuvre qui surprend le conducteur. Le faible niveau d'attention de ce dernier ne lui permet pas d'affronter efficacement

la situation. La manœuvre atypique d'autrui joue ainsi souvent le rôle de révélateur d'un problème d'attention latent.

- On notera également la fréquence d'intervention de l'une ou l'autre des différentes variables relatives à la *visibilité* (visibilité limitée par l'infrastructure ; gêne à la visibilité ponctuelle ou condition de visibilité amoindrie) qui renforcent l'impact des éléments attentionnels sur les problèmes de détection, et certainement comme l'élément précédent révèle un problème latent dans des situations où le niveau d'attention aurait dû être accru.

Les sections suivantes précisent ces résultats généraux.

6. Influence des variables attentionnelles sur les défaillances perceptives

Les défaillances à l'étape perceptive (P1 à P5) rassemblent les problèmes de détection et d'identification de certains paramètres essentiels de la situation, quelles qu'en soient les raisons. Elles font notamment état des problèmes de stratégies de recherche d'information mises en œuvre par les conducteurs. Sont répertoriés dans cette rubrique les cas pour lesquels l'accident est directement imputable à la non détection (ou détection trop tardive) d'un élément correspondant au fonctionnement du site ou au comportement d'un autre usager sur une trajectoire de collision potentielle. Ces défaillances peuvent s'appuyer sur un problème de détectabilité des informations, sur une organisation défectueuse de la prise d'information ou sur l'absence de recherche active des informations.

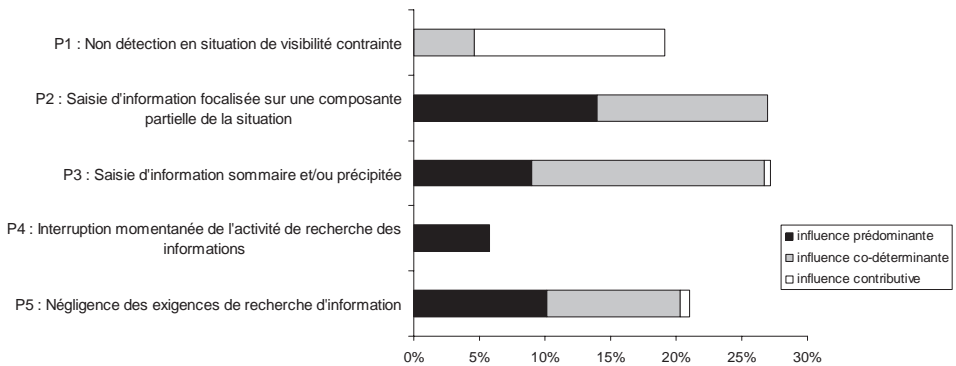
6.1. Types de défaillances perceptives

Les dysfonctionnements perceptifs se traduisent tous en fin de compte par une absence de détection en temps utile d'indices essentiels. Mais ils peuvent renvoyer à des mécanismes très différenciés et qui dépassent largement la question des problèmes strictement sensoriels. Selon le modèle d'analyse utilisé ici, cinq types de défaillances rendent compte des variantes dans les difficultés perceptives rencontrées par les usagers (Figure 21). Cependant, la répartition du niveau d'impact des éléments attentionnels varie très largement selon la défaillance perceptive considérée (Figure 21).

- La défaillance P1 « *Non-détection en situation de visibilité contrainte* » représente 19 % des défaillances perceptives notées dans le groupe attention. Pour cette défaillance, les éléments attentionnels sont généralement seulement contributifs (76 % des cas). Cette défaillance s'explique, comme sa dénomination l'indique, majoritairement par la difficulté d'accès à l'information liée à une gêne à la visibilité.
- La défaillance P2 « *Saisie d'information focalisée sur une composante partielle de la situation* » représente 27 % des défaillances perceptives du groupe attention. L'apparition de cette défaillance est dans la majorité des cas liée de façon prédominante à un défaut d'attention.

- La défaillance P3 « *Saisie d'information sommaire ou précipitée* » constitue 27 % des cas de défaillance perceptive. Contrairement au schéma décrit pour P2, les variables attentionnelles sont majoritairement co-déterminantes.
- La défaillance P4 « *Interruption momentanée de l'activité de recherche des informations* » est la moins représentée des défaillances perceptives (6 %). Cependant, dans 100 % des cas de cette défaillance, les éléments attentionnels sont déterminants dans sa survenue.
- La défaillance P5 « *Négligence des exigences de recherche d'informations* » représente 21 % des cas de défaillance perceptive. Les éléments explicatifs attentionnels sont, dans des proportions équivalentes, prédominants ou co-déterminants.

Figure 21 : répartition des différentes défaillances perceptives. Pour chaque type de défaillance, les trois niveaux d'impact des défauts d'attention sont distingués (n = 141)



Ces résultats illustrent qu'en fonction de la défaillance perceptive considérée, les facteurs attentionnels peuvent être, soit seulement contributifs lorsque le défaut perceptif est en lien avec un problème d'accès à l'information, soit directement à l'origine du problème de perception en orientant et en limitant la prise d'information du conducteur.

6.2. Éléments explicatifs et défaillances perceptives

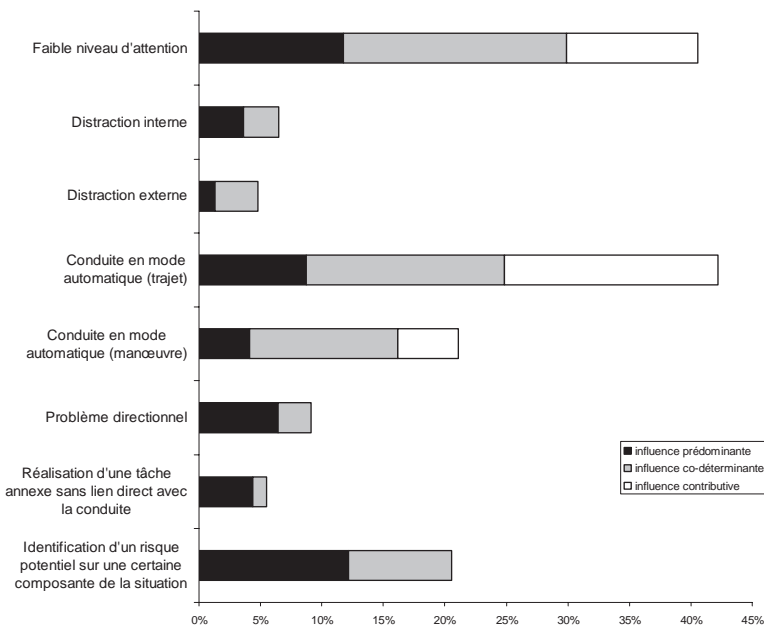
6.2.1. Les éléments explicatifs attentionnels

En moyenne, 3,61 éléments explicatifs sont recensés par défaillance perceptive. La Figure 22 présente la répartition des éléments explicatifs attentionnels impliqués dans la survenue des défaillances perceptives et le niveau d'impact de chacun de ces éléments.

Les défaillances perceptives sont principalement expliquées par 4 éléments attentionnels, deux que l'on retrouve dans plus de 40 % des cas d'accidents et deux autres dans plus de 20 % des cas :

Le faible niveau d'attention du conducteur correspond à une faible affectation des ressources attentionnelles à la tâche de conduite, sans que l'on puisse précisément en déterminer la cause. On notera toutefois que cet élément se conjugue souvent avec un autre facteur attentionnel, et notamment le caractère routinier d'un trajet (42 %) ou d'une manœuvre (21 %). C'est cette conjugaison qui montre un fort degré d'impact sur la défaillance, plus que l'un ou l'autre de ces éléments pris individuellement.

Figure 22 : répartition des éléments explicatifs attentionnels impliqués dans les défaillances perceptives. Pour chaque type de facteurs, les trois niveaux d'impact des défauts d'attention sont distingués (n = 141)



L'identification d'un risque potentiel sur une certaine composante de la situation intervient dans 21 % des cas de défaillances perceptives, mais contrairement aux trois éléments précédents, l'impact de ce facteur est le plus souvent déterminant de la défaillance.

Un autre résultat qui mérite d'être mentionné ici, concerne les éléments explicatifs « problème directionnel » et « réalisation d'une tâche annexe » qui sont que rarement identifiés mais comme on peut le voir à la Figure 22, lorsque ces éléments sont impliqués, ils sont généralement déterminants de la défaillance. Ainsi, ces éléments surviennent rarement mais leur impact sur le problème de détection à l'origine de l'accident est souvent décisif. On retrouve un peu le même profil pour l'élément explicatif « distraction interne » qui n'apparaît que dans 6 % des cas mais est déterminant de la défaillance dans plus de la moitié des cas où il apparaît.

Alors que des éléments tels qu'un niveau d'attention faible ou une conduite sur un mode automatique sont fortement représentés dans les accidents, leur niveau d'impact est principalement co-déterminant. Par ailleurs, certains éléments qui ne ressortent pas nécessairement d'un regard d'ensemble prennent une allure plus marquée à la lumière des niveaux d'impact. C'est le cas des éléments du type distraction ou problème directionnel. Même s'ils interviennent relativement peu souvent, de tels éléments semblent conditionner fortement les défaillances et avoir en conséquence un poids important dans la dégradation des situations de conduite.

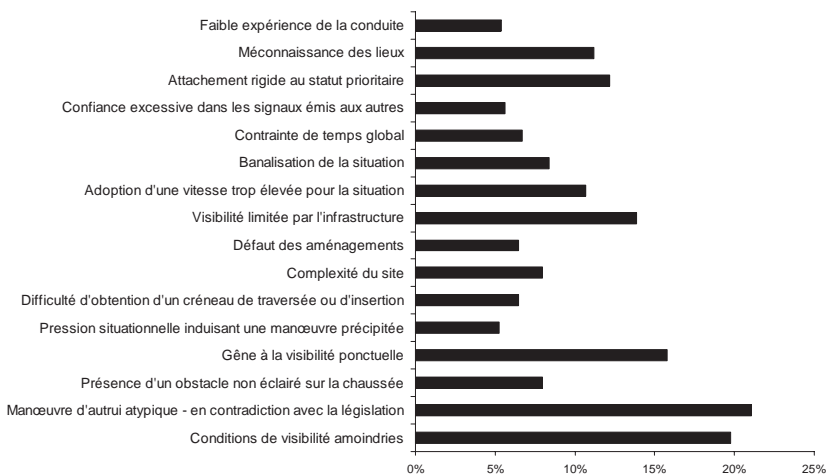
6.2.2. Les éléments explicatifs non attentionnels

Contrairement aux problèmes de vigilance qui suffisent le plus souvent à expliquer l'accident, les défaillances perceptives en lien avec un problème d'attention sont co-expliquées par une quantité d'éléments explicatifs combinés (Figure 23).

Les éléments explicatifs que l'on retrouve le plus souvent sont des éléments exogènes. On dénombre par exemple de nombreux problèmes de visibilité (visibilité limitée par l'infrastructure ; gêne à la visibilité ponctuelle ; conditions de visibilité amoindries) qui actualisent un problème attentionnel latent. En effet, dans une situation où l'information est moins accessible ou moins prégnante, le conducteur devrait, au contraire, augmenter son effort attentionnel.

La manœuvre d'autrui atypique est impliquée dans 21 % des cas de défaillances perceptives. Cet élément est dans la moitié des cas associé à un des éléments explicatifs liés aux conditions de réalisation de la tâche tels que « l'attachement rigide au statut de prioritaire », la « confiance excessive dans les signaux émis aux autres » ou la « banalisation de la situation ». L'excès de confiance entraîne probablement une baisse du niveau d'attention investi dans la réalisation de la tâche. Ainsi, la manœuvre atypique d'un autre usager crée un effet de surprise que le conducteur est incapable de gérer.

Figure 23 : répartition des éléments explicatifs non attentionnels des défaillances perceptives (n = 141)



Dans 11 % des défaillances perceptives, une vitesse excessive vient renforcer le problème attentionnel (Figure 23). L'association vitesse et manque d'attention aboutit à une prise d'information partielle et une détection souvent trop tardive, alors même que l'obstacle était facilement repérable.

En ce qui concerne l'expérience de conduite, on retrouve dans 10 % des cas l'élément « méconnaissance des lieux ». Chercher sa direction dans un endroit que l'on ne connaît pas et gérer en même temps sa tâche de conduite est par définition un modèle de double tâche qui requiert une forte charge attentionnelle. L'interférence entre les tâches peut alors aboutir à une diminution des performances dans une des deux tâches et être directement à l'origine d'un défaut de perception.

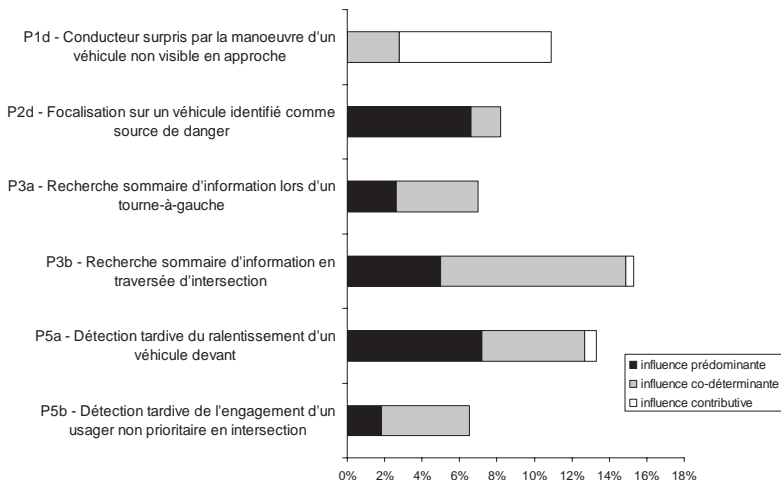
6.3. Scénarios-types de production des défaillances perceptives

Les défaillances étudiées jusqu'ici de manière désagrégée ont été réintroduites au sein de scénarios-types homogènes qui décrivent la genèse d'ensemble des dysfonctionnements dans leur contexte d'émergence.

Contrairement à la distribution des scénarios-types liés aux problèmes de vigilance, peu de scénarios liés aux problèmes d'attention sont représentés avec un fort pourcentage. On note beaucoup de disparités dans la répartition des conducteurs dans les différents scénarios perceptifs, ce qui tend à montrer que les effets d'un déficit attentionnel sur les défaillances perceptives peuvent se manifester dans de nombreux contextes situationnels, et qu'il est donc plus difficile de fédérer les problèmes dans des scénarios très typés.

La Figure 24 présente la répartition des différents scénarios des défaillances perceptives qui rassemblent plus de 5 % des conducteurs.

Figure 24 : répartition des conducteurs dans les scénarios de production de défaillances perceptives les plus fréquents (n = 141)



Les trois scénarios rendant le plus compte de la production de défaillances de type perceptive dans ce groupe attention sont :

- P3b – Recherche sommaire d'information en traversée d'intersection. Dans ce scénario, les éléments explicatifs « attention » sont majoritairement co-déterminants de la défaillance ;
- P5a – Détection tardive du ralentissement d'un véhicule devant. Lorsque ce scénario survient, les éléments explicatifs attentionnels sont déterminants de la défaillance dans la moitié des cas ;
- P1d – Conducteur surpris par la manœuvre d'un véhicule non visible en approche. Dans ce troisième scénario, les éléments explicatifs attentionnels sont le plus souvent seulement contributifs à la défaillance. Dans ces cas d'accident, l'élément déterminant de la défaillance est principalement le manque de visibilité.

Ils sont tous les trois présentés en détail, les autres scénarios seront décrits de façon plus succincte.

Scénario P3b : « Recherche d'information sommaire en traversée d'intersection » (15 % des conducteurs produisant une défaillance perceptive) (Cf. Annexe 4)

Les conducteurs de ce scénario ont en commun d'avoir effectué une recherche d'information au moment de s'engager dans une intersection où ils n'ont pas la priorité, mais cette recherche d'information est systématiquement trop sommaire et ne leur a pas permis de détecter un véhicule interférent. La faible affectation des ressources attentionnelles est typiquement liée à une forte expérience de la manœuvre réalisée sur les lieux, qui incite les conducteurs à mettre en œuvre une séquence motrice de réalisation de cette manœuvre sur un mode plus ou moins automatisé. La faible attention accordée à l'activité explique pour une grande part la non détection de ce véhicule prioritaire en approche. Mais cet élément est souvent aggravé par une difficulté contextuelle d'obtention des informations nécessaires : une gêne à la visibilité, souvent ponctuelle (panneau, arbre, véhicule...), qui aurait demandé que le conducteur accorde une attention d'autant plus soutenue à sa recherche. Le fait d'avoir des difficultés à obtenir un créneau d'insertion à cause d'un trafic de forte densité accentue aussi cet effet. Le conducteur va porter son attention sur la distance entre le véhicule, souvent au loin, et ne détectera pas un véhicule plus proche avec lequel il entre en collision en s'engageant dans le croisement.

Ici, c'est donc l'habitude de la manœuvre provoquant une minimisation des ressources attentionnelles affectées à la tâche, combinée à un élément particulier de circulation ou d'infrastructure, qui va co-expliquer la défaillance de ces conducteurs au moment de leur recherche d'information.

Scénario P5a : « Détection tardive du ralentissement d'un véhicule devant » (13 % des conducteurs produisant une défaillance perceptive) (Cf. Annexe 5)

Les conducteurs circulant en situation stabilisée et sans exigences fortes (ligne droite, courbe facile), sont confrontés au ralentissement du véhicule les

précédant. Ce ralentissement est lié au rapprochement d'un feu de circulation, à la préparation d'un changement de direction, ou tout simplement à la densité du trafic. Le très faible niveau d'attention que ces conducteurs portent à leur tâche de conduite, en liaison avec une pratique routinière du trajet et le détournement vers une activité « introspective » dont ce trajet se fait l'occasion, est directement à l'origine de la non détection du véhicule devant. Le regard pourtant porté vers l'avant, les conducteurs expriment le fait d'être « ailleurs, dans leurs pensées ». Au point que la prise de conscience du danger se fait parfois seulement au moment du choc. Elle est en tous cas toujours trop tardive, ne laissant pas le temps au conducteur de faire plus qu'amorcer un freinage avant la collision.

Dans plus de la moitié de ces cas d'accident, le manque d'attention est directement à l'origine de la dégradation de la situation. Dans 70 % des cas, les conducteurs sont sur un trajet dont ils ont l'habitude, ce qui les incite à retirer leur attention de la scène routière pour la reporter sur leurs préoccupations ou leurs pensées, au point de ne pas détecter ce qui se passe directement dans leur champ visuel.

Scénario P1d : « Conducteur surpris par la manœuvre d'un véhicule non visible en approche » (11 % des conducteurs produisant une défaillance perceptuelle) (Cf. Annexe 6)

En situation stabilisée, les conducteurs sont soudain confrontés à l'engagement sur leur trajectoire d'un véhicule qu'ils n'avaient pas détecté auparavant. Cette détection tardive s'explique par des gênes à la visibilité (de type : véhicule de plus gros gabarit, nuit, mur, etc.). Dans une telle situation, le niveau d'attention portée à la scène aurait dû être renforcé. Mais au contraire, dans ces cas d'accident, le problème de visibilité actualise le problème d'attention causé par une surexpérience du trajet ou un fort sentiment prioritaire. Une attention plus soutenue portée à la tâche aurait pu minimiser les conséquences, voire même aurait permis d'éviter l'accident.

Dans ce type d'accident, les éléments explicatifs attentionnels sont dans plus de 70 % des cas seulement contributifs à la survenue de la défaillance, c'est souvent un évènement exogène (autres usagers, environnement, etc.) qui est directement à l'origine de la dégradation, la preuve en est que les conducteurs impliqués dans ce scénario sont dans 52 % considérés comme « actifs secondaires » et dans 47 % des cas comme « réactifs potentiels ». Cependant, avec un peu plus d'attention portée à la situation l'évitement aurait, peut-être, été possible.

Scénario P2d : « Focalisation sur un véhicule identifié comme dangereux » (8 % des conducteurs produisant une défaillance perceptuelle)

Ce sont les conducteurs non prioritaires aux intersections qui sont sujets à ce scénario de production de défaillance. C'est ici l'identification d'une interaction potentiellement conflictuelle avec l'un des usagers présents qui monopolise l'attention du conducteur. Ces conducteurs se focalisent ainsi sur une partie de la situation qu'ils jugent dangereuse, comme par exemple un autre véhicule sur une autre section de l'intersection, un camion dans leur rétroviseur, etc. Leur attention étant détournée vers le véhicule qu'ils surveillent, les conducteurs ne détectent

pas le danger imminent et se laissent surprendre par la collision avec un usager non détecté. Ces conducteurs ainsi piégés ont souvent du mal à exprimer d'où venait ce protagoniste inattendu. Dans 81 % des cas de ce scénario, le problème d'orientation de l'attention est déterminant du défaut de perception (Figure 24). Dans plus de la moitié des cas, ces conducteurs sont actifs primaires, à savoir directement à l'origine de la dégradation de la situation, et dans les cas restant ils sont considérés comme actifs secondaires.

*Scénario P3a : « Recherche d'information sommaire en tourne-à-gauche »
(7 % des conducteurs produisant une défaillance de perception)*

Pour réaliser une bifurcation très familière, les conducteurs accordent peu d'attention à la recherche des informations relatives à la faisabilité de cette manœuvre. Ils se contentent souvent d'un coup d'œil rapide et quasi automatique, sans réellement traiter de façon active ce qu'ils regardent. De ce fait, ils n'identifient pas le véhicule dont ils coupent la trajectoire et sont dans tous les cas à l'origine de la dégradation de la situation. On relève parfois un comportement atypique de l'autre conducteur qui va avoir un effet non négligeable sur l'issue de la situation, comme une vitesse très élevée ou encore un comportement inattendu (accélération, déboîtement). Les défauts d'attention sont majoritairement co-déterminants ou déterminants. Le manque d'attention est dans plus de 80 % des cas associé à une grande connaissance du trajet ou de la manœuvre en train d'être effectuée provoquant une banalisation de la situation ou un fort sentiment de priorité.

En résumé...

La perception est une étape fonctionnelle particulièrement sensible à l'influence de défauts d'attention. Ces défauts sont souvent à l'origine directe de la non détection d'un paramètre essentiel de la scène visuelle. Ils peuvent également s'articuler à des contraintes de visibilité ou à des vitesses excessives dont ils vont potentialiser les effets accidentogènes. La recherche directionnelle ou la focalisation de l'attention sur une partie de la scène routière sont typiquement des problèmes d'attention qui ont une influence déterminante dans la genèse d'une défaillance perceptive. Même s'ils interviennent moins fréquemment que d'autres (comme le faible niveau d'attention, la conduite en mode automatique, etc.), ils montrent un impact beaucoup plus décisif dans l'accident.

7. Influence des variables attentionnelles sur les défaillances de diagnostic

L'activité de diagnostic constitue une étape de traitement de l'information (cf. Figure 6, défaillances T1 à T4) qui repose d'une part, sur un processus d'évalua-

tion des paramètres rencontrés, d'autre part, sur un processus de *compréhension* des situations traversées. Ces défaillances de diagnostic concernent 18 % du groupe « Attention ».

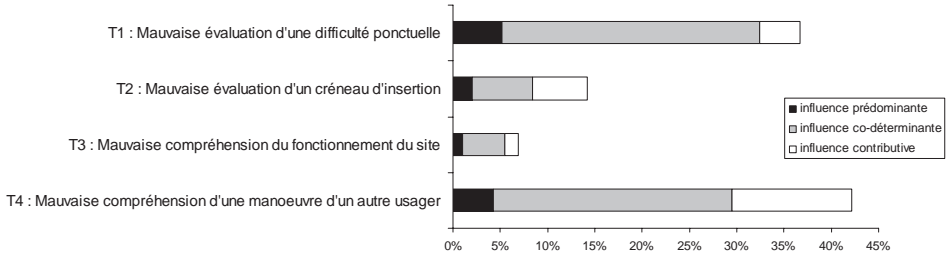
7.1. Types de défaillances de diagnostic

La Figure 25 montre la répartition des principales défaillances portant sur les processus de diagnostic et la répartition des niveaux d'impact des éléments explicatif « attention » lorsqu'une défaillance de diagnostic est constatée. On note globalement le faible taux d'impacts déterminants des défauts d'attention. En général, les éléments explicatifs « attention » sont majoritairement co-déterminants des défaillances de diagnostic.

- La défaillance T4 « *Mauvaise compréhension de la manœuvre d'un autre usager* » représente 42 % des cas de défaillances de diagnostic notées dans le groupe attention. Cette défaillance peut être provoquée : soit par l'absence d'émission d'indices annonceurs d'une manœuvre par l'autre usager, par le caractère polysémique des indices émis, et/ou du fait d'une analyse sommaire de l'interaction par le conducteur. Dans la plupart des cas, les éléments attentionnels sont simplement co-déterminants.
- La défaillance T1 « *Mauvaise évaluation d'une difficulté ponctuelle relative à l'infrastructure* » représente 37 % des cas de défaillances de diagnostic notées dans le groupe attention. La difficulté d'infrastructure concerne principalement des virages au tracé difficile ou en rupture avec l'approche préalable et dont la présignalisation ne rend pas forcément compte). Les éléments attention sont essentiellement co-déterminants.
- La défaillance T2 « *Mauvaise évaluation d'un créneau d'insertion par rapport au trafic* » (14 % des cas de défaillance de diagnostic) est liée aux difficultés des conducteurs à évaluer le rapport distance/temps lors de la réalisation d'une manœuvre d'insertion, de traversée ou de demi-tour. Les éléments attention sont le plus souvent co-déterminants.
- La défaillance T3 « *Mauvaise compréhension du fonctionnement du site* » représente que 7 % des cas de défaillances de diagnostic notées dans le groupe attention. La méconnaissance d'un lieu et un défaut d'aménagement participent à la genèse de l'erreur, les éléments attentionnels sont principalement co-déterminants.

Dans le groupe « Attention », les défaillances de diagnostic représentent presque 20 % de l'échantillon mais les éléments explicatifs caractérisant les défauts d'attention sont essentiellement co-déterminants dans la survenue de ces défaillances. Les problèmes de compréhension de la manœuvre d'un autre usager sont les erreurs de diagnostic les plus représentées, ce point soulève l'importance, dans une conduite sécuritaire, de la clarté des signaux émis aux autres.

Figure 25 : répartition des différentes défaillances de diagnostic. Pour chaque type de défaillance, les trois niveaux d'impact des défauts d'attention sont distingués (n = 58)



7.2. Éléments explicatifs et défaillances de diagnostic

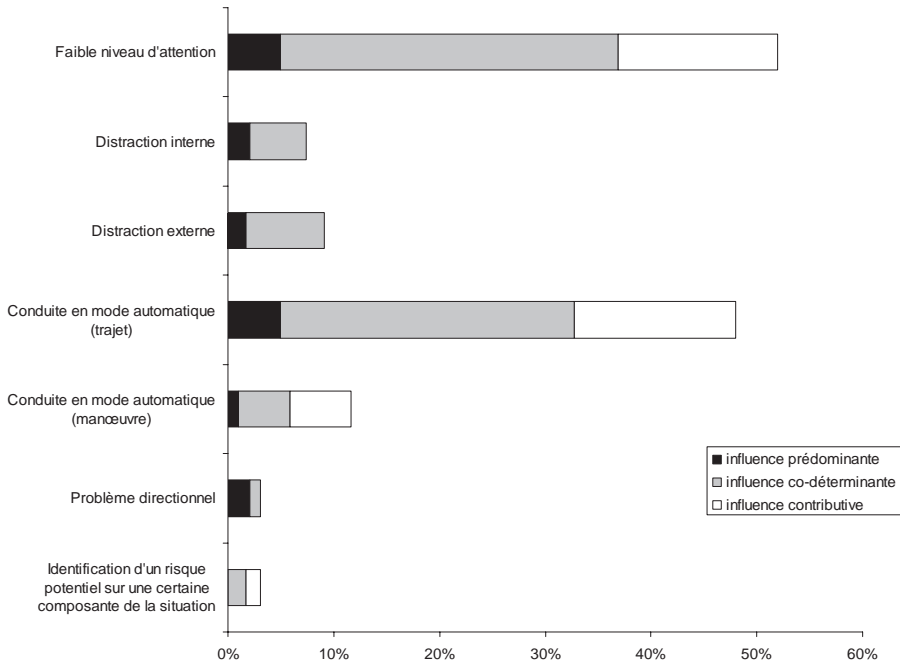
En moyenne, 4,04 éléments explicatifs sont identifiés dans l'occurrence des défaillances de diagnostic. Ce simple résultat confirme les résultats de la partie précédente : les éléments attentionnels n'ont qu'un impact co-déterminant dans la survenue de la défaillance et c'est le cumul de différents facteurs qui conduit à une erreur de diagnostic.

7.2.1. Les éléments explicatifs attentionnels

La Figure 26 présente la répartition des différents éléments « attention » explicatifs des défaillances de diagnostic. Dans 53 % des cas, le faible niveau d'attention est impliqué dans ce type de défaillance. Dans environ un tiers des cas, le faible niveau d'attention est associé à l'élément « conduite en mode automatique liée à la grande connaissance du trajet ». La sur-expérience du trajet est elle-même retrouvée dans près de 50 % des cas de défaillances de diagnostic. La conduite en mode automatique provoque la baisse du niveau d'attention dans la tâche de conduite et facilite le phénomène d'inattention. Cependant, malgré leur fort taux de représentation, ces deux éléments explicatifs, lorsqu'ils sont impliqués, sont majoritairement co-déterminants de la défaillance (faible niveau d'attention, conduite en mode automatique) (Figure 26). Comme nous le verrons dans la partie suivante, ces éléments se cumulent à d'autres éléments explicatifs non attentionnels qui révèlent le manque d'attention et entraînent une mauvaise évaluation d'un paramètre physique de la situation.

Les autres éléments explicatifs attentionnels sont impliqués dans moins de 15 % des défaillances de diagnostic, cependant il faut prendre en considération certains éléments moins fréquemment retrouvés, mais dont l'impact est souvent important. L'élément « problème directionnel » ne se retrouve impliqué que dans 3 % des cas mais il montre le plus souvent un niveau d'impact déterminant (Figure 26). L'élément « distraction externe » est impliqué dans 9 % des cas et son impact est soit déterminant, soit co-déterminant (Figure 26). De même, l'élément « distraction interne » est impliqué dans 7 % des cas et son impact est dans près d'un tiers des cas déterminant et dans le reste des cas, co-déterminant (Figure 26).

Figure 26 : répartition des éléments explicatifs attentionnels impliqués dans les défaillances de diagnostic. Pour chaque type de facteurs, les trois niveaux d'impact des défauts d'attention sont distingués (n = 58)



Il semble que les conditions amenant la production de défaillances de diagnostic découlent rarement directement d'un problème attentionnel. Dans les rares cas où cela se produit, les difficultés proviennent soit :

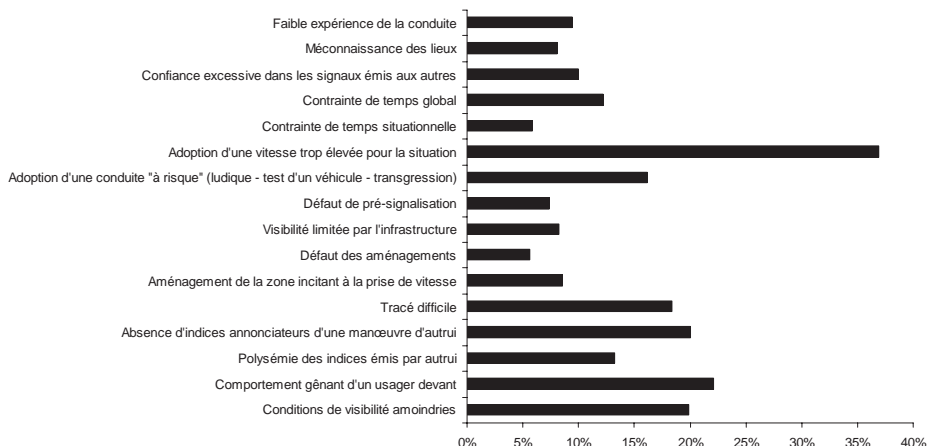
- d'un détournement de l'attention de la scène de conduite sur des trajets routiniers au profit d'une « distraction interne »,
- soit d'un problème directionnel qui amène le conducteur à se focaliser sur son problème de direction et à traiter partiellement la scène routière. Comme pour les défaillances perceptives, alors que certains éléments explicatifs attentionnels semblent avoir un impact déterminant dans la survenue de la défaillance, d'autres tels que l'attention faible sont largement plus représentés mais constituent un problème latent qui va être révélé par un concours de circonstances et l'accumulation d'éléments explicatifs.

7.2.2. Les éléments explicatifs non attentionnels

L'état d'attention diffuse décrit ci-dessus s'accompagne en plus de l'adoption d'un mode de conduite qui lui est incompatible. On note ainsi de façon un peu paradoxale, à la Figure 27, la forte contribution d'une vitesse élevée, voire d'un comportement à risque dans lequel le conducteur néglige les perturbations rencontrées (par exemple : engagement du dépassement d'un véhicule qui s'ap-

prête à tourner). Ces différents éléments endogènes, attentionnels ou non, vont se conjuguer avec des éléments exogènes caractérisant le comportement d'un autre véhicule ou les paramètres d'infrastructure.

Figure 27 : répartition des éléments explicatifs non attentionnels impliqués dans les défaillances de diagnostic (n = 58)



Pour récapituler, les problèmes attentionnels sont rarement directement à l'origine d'une défaillance de diagnostic. C'est souvent associé à des éléments explicatifs exogènes (vitesse excessive, tracé difficile, comportement d'un autre usager...) que le manque d'attention portée à la tâche de conduite se révèle.

7.3. Scénarios-types de production des défaillances de diagnostic

La Figure 28 présente la répartition des scénarios dans lesquels la défaillance de diagnostic survient. Deux scénarios ressortent principalement :

- Le scénario T1b « Sous évaluation de la difficulté d'un virage pourtant connu » (23 %) ;
- Le scénario T4b « Mauvaise compréhension de la manœuvre d'autrui liée à la polysémie des indices émis par l'autre » (18 %).

Deux autres scénarios sont représentés dans plus de 10 % des cas : les scénarios T4a « Mauvaise compréhension de la manœuvre d'autrui liée à l'absence d'indices annonciateurs » et T4c « Mauvaise compréhension de la manœuvre d'autrui liée à un traitement sommaire de l'interaction ».

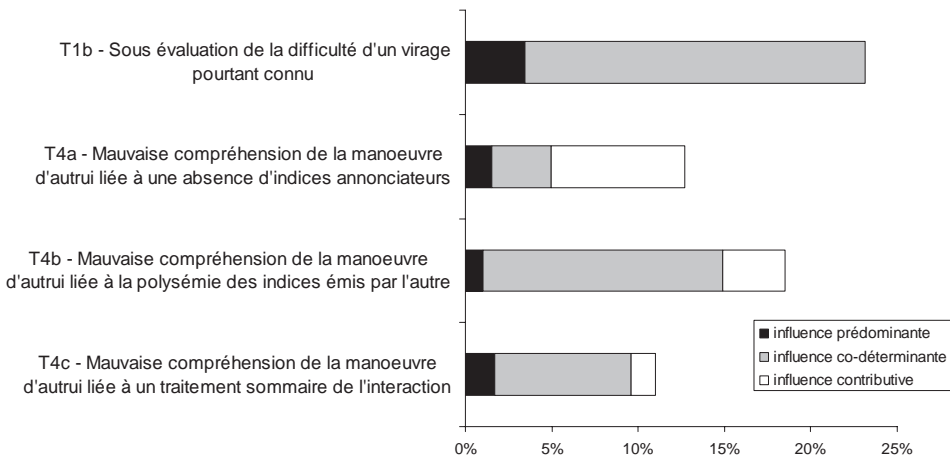
Scénario T1b : « Sous évaluation de la difficulté d'un virage pourtant connu » (23 % des conducteurs sujets à une défaillance de diagnostic) (Cf. Annexe 7)

Une faible mobilisation de l'attention, liée notamment à la fréquence d'usage de l'itinéraire, amène ces conducteurs à se laisser surprendre par un virage difficile à négocier qu'ils connaissent pourtant bien. On relève souvent la participation

d'un élément endogène (vitesse) ou exogène (chaussée glissante, pneumatiques mal entretenus) qui vient modifier les conditions de passage à cet endroit par rapport à d'habitude.

Le conducteur, plus pressé qu'à l'accoutumée, va augmenter sensiblement sa vitesse de passage dans le virage, ou encore va négliger les conditions météorologiques qui demanderaient une réduction de cette vitesse. Il s'ensuit une perte de contrôle du véhicule qui aboutit à une sortie de route ou à une collision avec un autre véhicule qui se trouve sur la trajectoire de perte. Dans plus de 80 % des cas d'accidents de ce scénario-type, les éléments « attention » sont co-déterminants de la défaillance (Figure 28). Le manque d'attention est directement associé à la familiarité au trajet qui provoque une conduite sur un mode automatique et permet au conducteur de se plonger dans ses pensées ou de se laisser distraire. Par définition, ce mode de conduite se détache d'un contrôle « conscient » de la situation et ne permet pas aux conducteurs de tenir compte des paramètres environnementaux qui ont varié ce jour-là.

Figure 28 : répartition des conducteurs dans les principaux scénarios de production de défaillances de diagnostic les plus fréquents (n = 58)



Scénario T4b : « Mauvaise compréhension de la manoeuvre d'autrui liée à la polysémie des indices émis par l'autre » (18 % des conducteurs sujets à une défaillance de diagnostic) (Cf. Annexe 8)

Confrontés à un autre véhicule qui se prépare à engager une manoeuvre (bifurcation, demi-tour ou arrêt), le conducteur se laisse tromper par le caractère polysémique des indices qu'il a à sa disposition et s'attend à une manoeuvre différente de celle que l'autre véhicule réalise effectivement. Trois types de situations et d'indices associés apparaissent générateurs d'ambiguïté :

- Le dépassement sur une double voie derrière un véhicule qui s'apprête à tourner : le clignotant de l'autre est interprété seulement dans le sens

du dépassement et le conducteur n'est pas préparé au ralentissement de l'autre ;

- Le déport d'un véhicule vers un côté pour tourner de l'autre : le conducteur s'attend à ce que l'autre véhicule tourne dans le sens du déport et le contourne du côté opposé, au moment où il bifurque devant lui ;
- L'arrêt d'un véhicule sur une zone inattendue : les feux stop déclenchés par le véhicule précédant sont interprétés comme un simple ralentissement alors qu'ils annoncent une intention d'arrêt sur la chaussée.

Lors de la rencontre de ces situations « pièges », le conducteur opère un traitement très sommaire et rapide des informations et engage une manœuvre inadéquate. Ainsi, le conducteur qui voit le véhicule devant lui se déporter à droite va le dépasser par la gauche alors que le déport est fait pour faciliter le fait de tourner à gauche. De la même manière, en voyant le véhicule devant freiner, le conducteur pense à un simple ralentissement et percute le véhicule par l'arrière lorsqu'il s'arrête complètement. Les facteurs attentionnels sont dans les trois quarts des cas co-déterminants de la défaillance ; dans près de 20 % des cas contributifs ; et presque jamais prépondérants (Figure 28). Ainsi, c'est le plus souvent la confusion induite par un autre usager qui va faire ressortir le défaut attentionnel. Le manque d'attention du conducteur ne lui permet pas d'interpréter correctement les signaux émis par l'autre, ni d'adopter une conduite sécuritaire en tenant compte de l'incertitude de la situation.

Ainsi, au-delà des ambiguïtés situationnelles, ces erreurs d'interprétation font intervenir un faible niveau d'attention du conducteur qui limite son analyse au plus évident et adopte une conduite stéréotypée laissant peu de marge à une régulation éventuelle.

Scénario T4a : « Mauvaise compréhension de la manœuvre d'autrui liée à l'absence d'indices annonciateurs » (13 % des conducteurs produisant une défaillance de diagnostic)

En section rectiligne, le conducteur est confronté à un véhicule qui roule devant lui à vitesse plus réduite. Le comportement de ce véhicule est hésitant, mais aucun signe ne montre une intention de manœuvre particulière (clignotant, feux stop). Sans prêter à la situation l'attention qu'elle mériterait au vu du comportement hésitant de l'autre véhicule, le conducteur va entamer un dépassement de ce véhicule qui se met à bifurquer sans prévenir (ou en prévenant simultanément...). Ce scénario T4a est un des seuls scénarios dans lequel les éléments explicatifs attentionnels sont considérés le plus souvent comme seulement contributifs (Figure 28). C'est plus directement le caractère difficilement prévisible de la manœuvre de l'autre usager qui explique l'incompréhension.

Scénario T4c : « Mauvaise compréhension de la manœuvre d'autrui liée à un traitement sommaire de l'interaction » (11 % des conducteurs produisant une défaillance de diagnostic)

Dans ce scénario, les conducteurs sont sujets à une contrainte de temps dans leur trajet. Ils se trouvent confrontés à un moment donné à un véhicule plus lent.

Désireux de se soustraire à la gêne provoquée par le ralentissement, les conducteurs engagent une manœuvre de dépassement sans plus chercher à analyser les causes du problème, à savoir un véhicule qui s'apprête à tourner (à droite ou à gauche). Se limitant à l'identification d'une gêne à la progression, ils engagent cette manœuvre de dépassement sans chercher à voir d'éventuels indices annonciateurs d'une manœuvre, comme l'émission d'un clignotant. Le regard tourné vers l'avant, ils ne prêtent à aucun moment attention aux indices alarmants montrant que le véhicule provoquant le ralentissement est sur le point de manœuvrer. Le défaut d'attention est dans ces cas très majoritairement co-déterminant de la défaillance (Figure 28). Le choc se produit au moment du dépassement du véhicule en train de tourner.

En résumé...

Très peu de conducteurs produisent des défaillances de diagnostic de la situation uniquement à cause d'un problème attentionnel. Viennent se combiner d'autres éléments endogènes et/ou exogènes qui vont induire les conducteurs en erreur. Les problèmes d'attention constituent donc ici plus un « terrain propice » à la genèse d'une défaillance qu'un facteur direct de sa production.

8. Influence des variables attentionnelles sur les défaillances de pronostic

Les défaillances de pronostic correspondent à une autre étape du traitement de l'information (cf. Figure 6, défaillances T5 à T7), caractéristique de toute activité à composante dynamique : la mise en œuvre d'attentes appropriées à l'évolution des situations. On distinguera les problèmes qui ressortent d'une mauvaise *anticipation* sur les évolutions potentielles d'une situation en cours, et ceux qui correspondent à une mauvaise *prévision* sur les possibilités de survenue d'un événement dans une situation donnée. Cette catégorie de défaillance regroupe 16,7 % de la totalité des conducteurs du groupe « Attention ».

8.1. Types de défaillances de pronostic

La Figure 29 montre la répartition des principales défaillances portant sur les processus de pronostic et la répartition des niveaux d'impact des éléments explicatifs « attention » lorsqu'une défaillance de pronostic est constatée. On note globalement le faible taux des impacts de niveau 1. Une fois encore, les éléments explicatifs d'ordre attentionnel sont majoritairement co-déterminants ou seulement contributifs de ce type de défaillances.

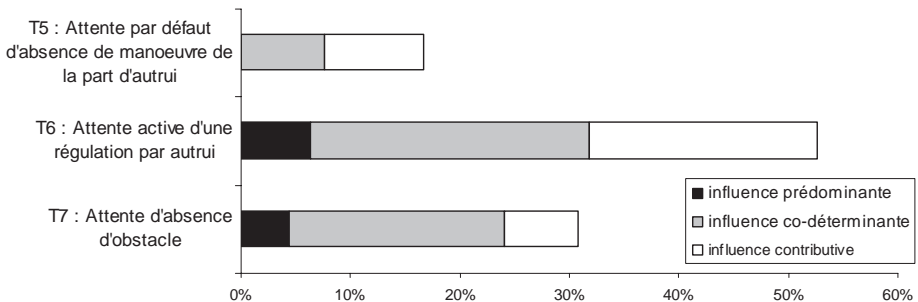
Trois types de défaillances correspondent à des erreurs dans le pronostic :

- La défaillance T5 « Attente d'absence de manœuvre de la part d'autrui » représente 17 % des cas de cette défaillance dans le groupe attention. Cette

défaillance concerne des conducteurs abordant une intersection réglementée par un stop ou une balise, dans laquelle ils se savent prioritaires. Au moment de la traverser, ils n'ont pas envisagé qu'un usager non prioritaire puisse démarrer. Cette défaillance correspond à une attente par défaut de l'absence de réalisation d'une manœuvre de la part d'autrui. En l'absence d'indices contraires, les conducteurs anticipent une stabilité de la situation actuelle⁹.

- La défaillance T6 « Attente active d'une régulation par autrui » représente 53 % des cas. Cette défaillance se fonde sur la référence à l'habituel et la connaissance d'un site : malgré certains indices alarmants, les conducteurs n'accordent pas plus d'attention à la scène, excluant totalement la possibilité d'une évolution critique de la situation d'interaction rencontrée. Dans l'attente d'une régulation de la situation par l'autre, ils ne mettent pas en œuvre une stratégie de conduite préventive.
- La défaillance T7 « Attente d'absence d'obstacle » concerne 31 % des cas de pronostic du groupe « Attention ». Cette défaillance se distingue des deux autres en ce qu'elle fait appel à un processus de prévision (et donc d'un degré supérieur dans le pronostic par rapport à l'anticipation) au sens où elle concerne une inférence sur une situation qui n'est pas encore matérialisée par une interaction actuelle. L'attente d'absence d'obstacle repose ainsi sur l'adoption d'un mode de conduite qui n'intègre pas l'éventualité de la rencontre d'une perturbation dans la progression, malgré l'absence de visibilité. Au lieu d'engendrer la mise en œuvre de précautions particulières, cette restriction de visibilité semble conforter le conducteur dans un raisonnement du type « si je ne vois rien, c'est qu'il n'y a rien », et les conduit notamment à emprunter l'espace réservé à autrui en faisant le pari de son absence.

Figure 29 : répartition des différentes défaillances de pronostic. Pour chaque type de défaillance, les trois niveaux d'impact des défauts d'attention sont distingués (n = 54)



⁹ On pourra noter une fois encore que l'analyse en termes de défaillances fonctionnelles se démarque d'une approche en termes de « fautes ». Son objectif n'est pas d'attribuer des niveaux de culpabilité mais bien de mettre à jour les fonctions sensibles qu'il est besoin d'aider, et ce, quel que soit le niveau d'implication de l'usager considéré.

Dans le groupe attention, les défaillances de pronostic représentent 16,7 % de l'échantillon. Comme pour les défaillances de diagnostic, les éléments explicatifs « attention » sont essentiellement co-déterminants dans la survenue de ces défaillances. Le problème d'attention vient, dans ce type de défaillance, contribuer au mécanisme accidentogène sans en être l'élément clé.

8.2. Éléments explicatifs et défaillances de pronostic

8.2.1. Les éléments explicatifs attentionnels

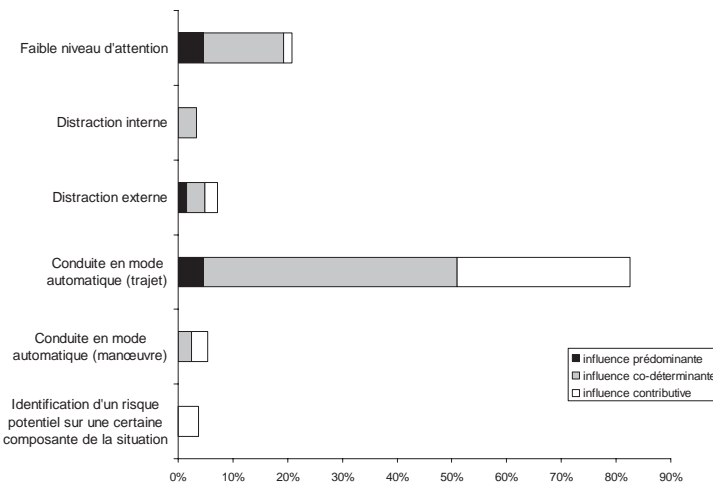
La Figure 30 présente la distribution des éléments explicatifs attentionnels identifiés dans les défaillances de pronostic et le niveau d'impact de ces éléments explicatifs attentionnels.

Dans 82 % des cas, la conduite en mode automatique liée à la grande connaissance du trajet ou à sa monotonie est impliquée dans les problèmes d'anticipation. L'influence de cette variable est essentiellement co-déterminante. Autrement dit, la grande connaissance d'un trajet est un terrain propice à la production de ces erreurs de pronostics, en conditionnant le mode de conduite et en limitant la prise en compte des éléments ou événements pouvant interférer de manière inhabituelle.

De la même manière, le faible niveau d'attention porté à la tâche de conduite est identifié dans 21 % des cas. Dans 70 % des cas où cet élément est retrouvé, il est co-déterminant de la défaillance et déterminant dans 22 % des cas. Comme pour la conduite en mode automatique, le faible niveau d'attention va pousser le conducteur à sous estimer la dangerosité d'une situation.

Les autres éléments explicatifs « attention » apparaissent de manière plus ponctuelle que les deux précédemment cités (< 10 % des cas) et sont également essentiellement co-déterminants ou contributifs.

Figure 30 : répartition des éléments explicatifs attentionnels impliqués dans les défaillances de pronostic. Pour chaque type de facteurs, les trois niveaux d'impact des défauts d'attention sont distingués (n = 54)



Comme pour les défaillances de diagnostic, il semble que les conditions amenant la production de défaillances de pronostic ne soient pas directement issues d'un problème attentionnel. L'automatisation de la tâche de conduite sur un trajet donné ou le faible niveau d'attention porté à la tâche de conduite, agissent essentiellement dans le sens d'une vulnérabilité vis-à-vis de la rencontre d'un événement inattendu. La forte connaissance du trajet influence l'erreur de prévision par la confiance excessive qu'elle induit chez le conducteur envers son statut prioritaire. Comme nous allons le voir dans la partie suivante, ces éléments se combinent à des gênes à la visibilité et des comportements plus ou moins atypiques de la part d'un autre usager.

8.2.2. Les éléments explicatifs non attentionnels

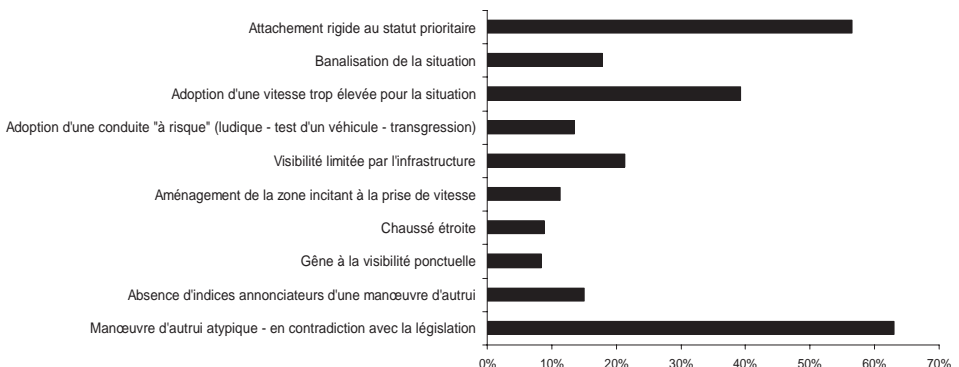
La Figure 31 montre que trois éléments non attentionnels co-explicitent de façon massive les défaillances de pronostic :

- la manœuvre d'autrui atypique (63 %) ;
- l'attachement rigide au statut de prioritaire (56 %) ;
- l'adoption d'une vitesse trop élevée pour la situation (39 %).

On retrouve également d'autres éléments souvent impliqués dans les problèmes d'anticipation tels que la visibilité limitée (21 %), la banalisation de la situation (17 %) ou l'absence d'indices annonciateurs d'une manœuvre d'autrui (15 %) (Figure 31).

En situation d'interférence provoquée par la manœuvre inattendue d'un autre conducteur non prioritaire, ces conducteurs en état d'attention diffuse accordent un trop fort crédit à leur statut prioritaire, roulent souvent à une vitesse trop élevée pour la situation, et ont ainsi beaucoup de difficultés à réguler, si ce n'est à envisager, une situation potentiellement conflictuelle.

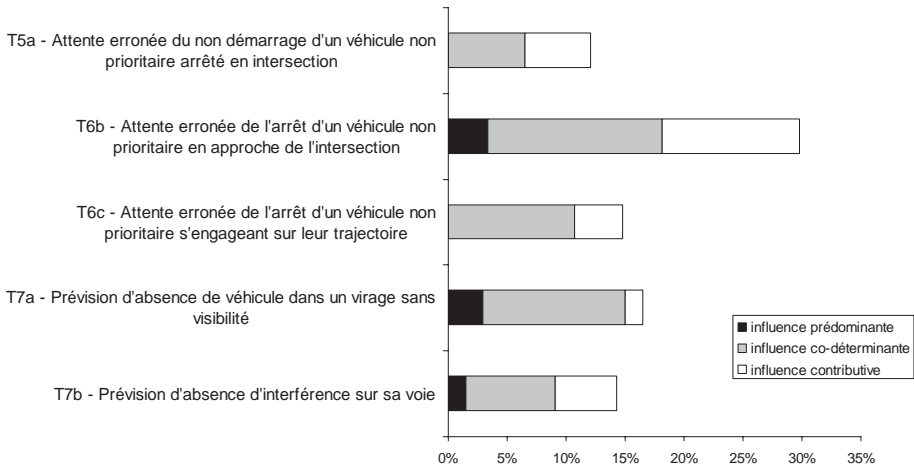
Figure 31 : répartition des éléments explicatifs non attentionnels impliqués dans les défaillances de pronostic (n = 54)



8.3. Scénarios-types de production des défaillances de pronostic

La Figure 32 présente la répartition des scénarios dans lesquels la défaillance fonctionnelle survient à l'étape de pronostic. Un scénario spécifique se retrouve dans près de 30 % des cas de défaillance de pronostic : T6b « Attente erronée de l'arrêt d'un véhicule non prioritaire en approche de l'intersection ». Le scénario T7a « Prévion d'absence de véhicule dans un virage sans visibilité » se retrouve dans 16 % des cas. Les autres scénarios ne sont présents que dans moins de 15 % des cas : T6c « Attente erronée de l'arrêt d'un véhicule non prioritaire s'engageant sur leur trajectoire » (15 %), T7b « Prévion d'absence d'interférence sur sa voie » (14 %), et T5a « Attente erronée du non démarrage d'un véhicule non prioritaire arrêté en intersection » (12 %).

Figure 32 : répartition des conducteurs dans les principaux scénarios de production de défaillances de pronostic (n = 54)



Scénario T6b : « Attente erronée de l'arrêt d'un véhicule non prioritaire en approche de l'intersection » (30 % des conducteurs produisant une défaillance de pronostic) (Cf. Annexe 9)

Arrivant à une intersection dans laquelle ils ont la priorité de passage, ces conducteurs sont confrontés à un véhicule sur l'axe secondaire en mouvement à l'approche de leur voie. Forts de leur sentiment prioritaire, les conducteurs n'accordent pas d'attention particulière à la situation et n'envisagent pas l'éventualité d'une précaution à prendre. Persuadés que le véhicule va s'arrêter, ils sont totalement surpris au moment où celui-ci traverse devant eux.

Dans ce scénario les éléments explicatifs attentionnels sont essentiellement co-déterminants ou contributifs.

Ce scénario est révélateur de la difficulté des conducteurs à accorder de l'attention à un objet potentiellement accidentogène, non seulement sur un tra-

jet connu (dans 95 % des cas, ces conducteurs se trouvent sur un trajet qu'ils connaissent très bien) mais encore dans une situation qui les conforte par la règle de priorité qui est censée la régir (dans 86 % des cas, on note un attachement rigide au statut de prioritaire chez ces conducteurs). Effectuant leur tâche de conduite de façon automatisée, sans recherche d'indices ni mise en œuvre de précautions particulières, ils n'accordent pas l'attention nécessaire à un véhicule qui, même s'il est contraint de s'arrêter, manifeste des signes qui laissent envisager le risque qu'il ne le fasse pas (crainte parfois exprimée par le passager avant qui a vu l'accident arriver).

Dans ce scénario d'accident, c'est la combinaison de facteurs accidentogènes qui conduisent à la défaillance. La forte habitude du trajet est très certainement à l'origine de la baisse du niveau d'attention et a favorisé la banalisation de la situation et de ses indices d'alertes. Dans ces situations, la manœuvre atypique d'un autre usager (souvent non prioritaire) n'est pas du tout anticipée alors qu'elle est souvent prévisible. Ce scénario illustre les difficultés des conducteurs à sortir de leur mode de conduite routinier malgré des indices alarmants d'interférence potentielle.

Scénario T6c : « Attente erronée de l'arrêt d'un usager non prioritaire s'engageant sur leur trajectoire » (15 % des conducteurs produisant une défaillance de pronostic)

Ce scénario est similaire au précédent (scénario T6b), à la différence qu'ici l'usager interférent a déjà amorcé sa traversée de l'intersection. Les conducteurs, forts de leur statut de prioritaire, manifestent leur présence à l'autre (coup d'avertisseur, appel de phare) sans pour autant prendre les mesures nécessaires pour éviter la collision. Il ressort de ce scénario qu'il est très difficile pour les conducteurs d'envisager l'interférence critique d'un autre véhicule sur leur trajectoire, même lorsqu'elle devient imminente. Les conducteurs se font « piéger » par cette manœuvre qui va à l'encontre de leurs attentes. Leur forte connaissance des lieux et la forte confiance qu'ils en retirent constituent seulement des éléments contributifs qui les rendent d'autant plus vulnérables à se laisser surprendre par la manœuvre atypique de l'autre. Les conducteurs sont des habitués des lieux, ils conduisent de manière automatique et ont des difficultés à prendre en compte des événements non habituels et à envisager un changement dans leurs schémas de conduite. Par exemple, un piéton s'engageant sur la chaussée sans prendre d'information car il pense que lorsqu'il est sur la chaussée les voitures vont s'arrêter « comme d'habitude ».

Scénario T7a : « Prévision d'absence de véhicule dans un virage sans visibilité » (16 % des conducteurs sujets à une défaillance de pronostic)

La tâche des conducteurs consiste ici à négocier sur route étroite une courbe limitant fortement la visibilité axiale. Tous les conducteurs de ce groupe connaissent parfaitement la route sur laquelle ils circulent. Du fait de leur très bonne connaissance du site qu'ils considèrent comme une route à très faible circulation, et de la conduite confiante qui en découle (vitesse trop élevée pour la situation, conduite à risque, utilisation de l'espace réservé à autrui), les conducteurs n'ont

pas envisagé la présence possible d'une gêne à leur progression à la sortie du virage, qui les prend totalement au dépourvu lorsqu'ils y sont confrontés. Dans la grande majorité des cas, les défauts d'attention sont considérés comme co-déterminants de la défaillance.

Scénario T7b : « Prévion d'absence d'interférence sur sa voie » (14 % des conducteurs produisant une défaillance de pronostic)

En section courante, sur un trajet bien connu où le conducteur a pris l'habitude de rouler à vitesse élevée, il n'envisage à aucun moment l'éventualité qu'un véhicule puisse interférer sur sa voie de quelque façon que ce soit, et se met en condition d'être totalement pris au dépourvu lorsque cela arrive. Dans ce scénario, on retrouve souvent un masque à la visibilité (lié un autre véhicule ou à l'infrastructure) qui aurait demandé un effort attentionnel accru et un comportement en conséquence. Cependant, la grande connaissance des lieux pousse ces conducteurs à faire le pari qu'il n'y aura personne.

Scénario T5a : « Attente erronée du non démarrage d'un véhicule non prioritaire arrêté en intersection » (12 % des conducteurs produisant une défaillance de pronostic)

Ce scénario ressemble fortement au scénario T6b à ceci près que le véhicule interférent n'est pas en approche mais est arrêté à l'intersection et ne donne aucun signe annonciateur de son démarrage. Souvent les conducteurs détectent ce véhicule interférent et ne soupçonnent à aucun moment qu'il va démarrer. De ce fait, les conducteurs détournent leur attention vers d'autres informations, se faisant alors complètement surprendre lorsque le véhicule démarre. Dans ce scénario, les éléments explicatifs attentionnels sont soit co-déterminants soit contributifs mais ils ne sont jamais déterminants de la situation. C'est l'autre conducteur qui crée la perturbation mais le faible niveau d'attention de l'utilisateur ne lui permet pas de prendre en compte certains indices d'une interaction potentielle et d'adapter sa conduite en fonction.

En résumé...

Ces résultats montrent que les défaillances de pronostic sont en grande partie liées à la grande connaissance du trajet donnant lieu à un mode de conduite automatique qui repose sur la confiance fondée sur l'habituel. La baisse d'attention induite par ce mode de conduite ne permet pas au conducteur d'envisager un changement dans leur schéma de conduite (événement inattendu) et d'adapter un comportement en conséquence. La baisse d'attention n'est pas à l'origine directe de la défaillance mais, comme pour les défauts de diagnostic, crée un terrain propice à la production de défaillance de pronostic. Le retrait des ressources attentionnelles de la tâche de conduite se reflète ici par un manque d'anticipation et de flexibilité dans l'analyse des situations et des schémas prévisionnels mis en place.

9. Influence des variables attentionnelles sur les défaillances de décision

L'étape de décision est la résultante des étapes de détection de l'information et de traitement de cette information. Une fois l'information traitée, le conducteur doit faire un choix parmi les stratégies de conduite qui lui sont possibles. La fonction de décision consiste donc à choisir la stratégie de conduite la plus adaptée à la situation, à ses objectifs et à ses exigences sécuritaire. Les défaillances de cette fonction concernent précisément les décisions d'engagement d'une manœuvre spécifique et non les éléments décisionnels plus globaux relatifs aux conditions de réalisation du trajet (consommation d'alcool, conduite ludique, etc.).

Les dysfonctionnements mis en évidence ici font plus référence à la notion de violation définie par Reason (1993) comme une déviation plus ou moins délibérée (mais pas forcément infractionniste) des pratiques socialement reconnues nécessaires pour assurer le fonctionnement sécuritaire d'un système potentiellement dangereux, qu'à la notion « d'erreur » au sens strict, même si elle reflète une mauvaise analyse de la situation en termes de traitement de l'information. Ainsi, on peut distinguer trois types de défaillance de cette fonction décisionnelle selon le niveau d'intentionnalité de la violation :

- D1 : La violation contrainte par les caractéristiques de la situation.
- D2 : La violation intentionnelle d'une règle de sécurité ; commise par des conducteurs qui relèguent les règles sécuritaires au deuxième plan au profit d'une autre motivation.
- D3 : La violation-erreur ou « violation involontaire » qui correspond au déclenchement inopiné d'une manœuvre, par automatisme ou effet d'entraînement.

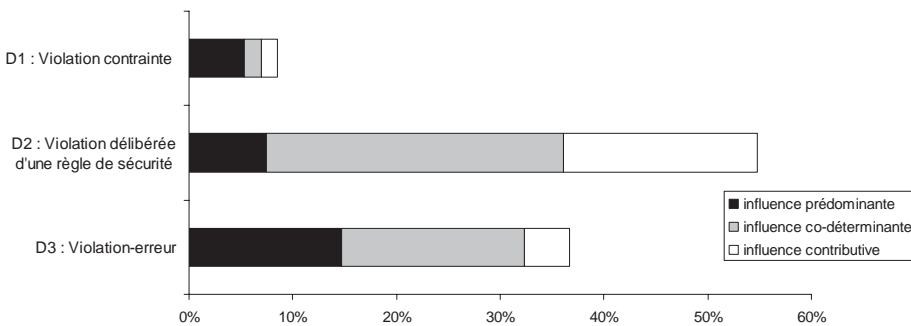
9.1. Types de défaillances de décision

La Figure 33 montre la répartition des principales défaillances portant sur les processus de décision et la répartition des niveaux d'impact des éléments explicatifs « attention » lorsqu'une défaillance de décision est constatée. On notera que ce niveau d'impact des problèmes attentionnels varie en fonction de la défaillance décisionnelle rencontrée.

- La défaillance D1 « *Violation contrainte par les caractéristiques de la situation* » représente 9 % des cas de cette défaillance. Les conducteurs présentant ce type de défaillance se trouvent confrontés à une situation de conduite dans laquelle ils ont été contraints de prendre un certain risque pour réaliser la manœuvre voulue. Par exemple, dans une situation où l'infrastructure gêne la visibilité, le conducteur se trouve obligé de s'avancer sur la route pour pouvoir prendre sa décision d'engagement. Ainsi, les conducteurs se trouvent dans une situation difficile à gérer et requérant un niveau attentionnel important. Les défauts d'attention ont d'ailleurs majoritairement un impact déterminant dans l'erreur de décision (cf. Figure 33).

- La défaillance D2 « *Violation intentionnelle d'une règle de sécurité* » est la défaillance décisionnelle la plus fréquemment observée (55 % des cas). Au moment de prendre la décision d'engager leur manœuvre, ces conducteurs ont fait passer au premier plan leurs motivations, au détriment des exigences sécuritaires de la situation (recherche d'un gain de temps, volonté de se soustraire à une gêne à la progression, conduite ludique). On retrouve chez ces conducteurs un certain déni des risques encourus et une stratégie de conduite inadaptée à la situation (vitesse excessive, manœuvre risquée à un mauvais moment, etc.). Pour cette défaillance, les défauts d'attention sont essentiellement co-déterminants ou contributifs de la défaillance (Cf. Figure 33).
- La défaillance D3 « *Violation-erreur* » représente 37 % des cas de défaillances décisionnelles. Ce type de défaillance est à cheval entre la notion de violation (le conducteur transgresse un certain nombre de règles de sécurité) et la notion d'erreur (les transgressions ne sont pas réellement intentionnelles). Dans ces cas, la défaillance décisionnelle est liée à l'engagement d'une manœuvre de manière automatique sans que la recherche d'information soit réellement effectuée, que ce soit en lien à une incompréhension du fonctionnement du site ou du fait d'un effet d'entraînement (ex : raisonnement du type « si le véhicule devant s'insère, je peux m'insérer aussi »). Dans ce type de défaillance, les éléments attentionnels sont majoritairement co-déterminants et déterminants dans plus de 40 % des cas.

Figure 33 : répartition des différentes défaillances de décision. Pour chaque type de défaillance, les trois niveaux d'impact des défauts d'attention sont distingués (n = 37)



Les défaillances de décision regroupent un peu plus de 11 % des conducteurs du groupe 'Attention'. Le manque d'attention présente un fort niveau d'impact dans ce type de défaillances, principalement quand celles-ci ne sont pas intentionnelles, alors que dans les cas de violations délibérées d'une règle de sécurité, le manque d'attention est essentiellement co-déterminant. Dans ces cas-là, la défaillance est, avant tout, en lien avec les conditions internes de réalisation de la tâche de conduite (conduite à risque, vitesse excessive, banalisation de la situation...).

9.2. Éléments explicatifs et défaillances décisionnelles

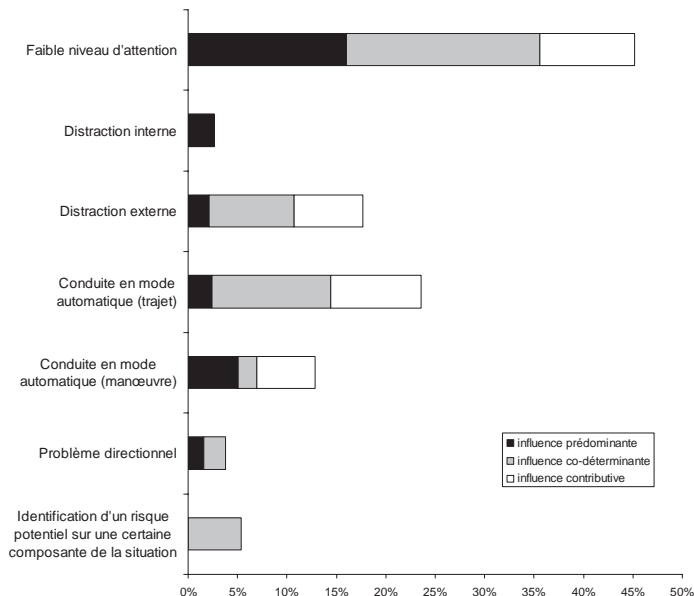
L'analyse des éléments explicatifs va nous permettre de confirmer l'implication des défauts d'attention en fonction de l'intentionnalité de la décision prise.

9.2.1. Les éléments explicatifs attentionnels

La Figure 34 présente la répartition des éléments explicatifs des défaillances au niveau de l'étape décisionnelle et leurs niveaux d'impact lorsqu'ils contribuent à la défaillance. Les éléments caractérisant l'inattention sont très largement représentés. En effet, on retrouve l'élément « faible niveau d'attention » dans 45 % des cas, l'élément « conduite en mode automatique » dans 36 % des cas. L'état inattentif des conducteurs crée un terrain propice aux erreurs de décision.

Concernant le niveau d'impact des différents éléments explicatifs, un résultat original apparaît. En effet, alors que la grande connaissance d'un trajet est majoritairement co-déterminante de la défaillance, la grande connaissance d'une manœuvre est déterminante dans 38 % des cas. De même, le faible niveau d'attention est déterminant dans 37 % et co-déterminant dans 43 %. En d'autres termes, le faible niveau d'attention et la grande habitude de la manœuvre ont un poids relativement fort dans la survenue de défaillances décisionnelles. Les éléments « distraction interne » et « problème directionnel » ont également un niveau d'impact élevé lorsqu'ils sont impliqués dans les défaillances (Figure 34).

Figure 34 : répartition des éléments explicatifs attentionnels impliqués dans les défaillances de décision. Pour chaque type de facteurs, les trois niveaux d'impact des défauts d'attention sont distingués ($n = 37$)



On les retrouve cependant dans seulement moins de 5 % des cas (Figure 34). La distraction du conducteur par un évènement externe est impliquée dans ce type de défaillance dans 17 % des cas et elle est généralement co-déterminante.

9.2.2. Les éléments explicatifs non attentionnels

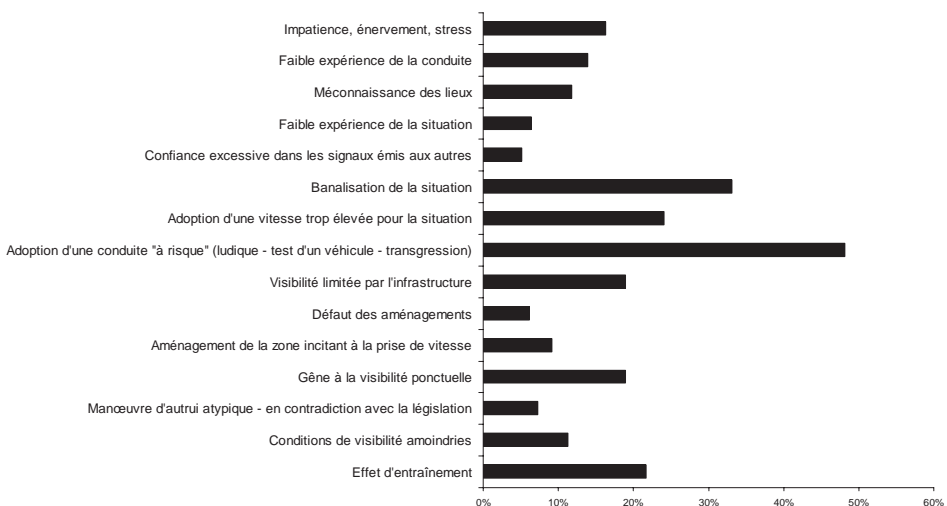
On retrouve dans ce groupe de conducteurs présentant des erreurs au niveau de la prise de décision une large proportion d'éléments explicatifs liés au comportement de conduite tels que « conduite à risque », « banalisation de la situation », « adoption d'une vitesse trop élevée » (Figure 35). Les erreurs de décision sont donc co-expliquées par un déni du risque routier. On retrouve également fortement représentés les « effets d'entraînement ». Cet élément explicatif est présent dans les cas où le conducteur décide de réaliser une manœuvre à la suite d'autres véhicules. Ainsi, ils délèguent la prise de décision à l'autre usager, sans porter une attention particulière à la situation.

L'impatience, l'énervernement ou le stress sont co-explicatifs des défaillances dans 16 % des cas. C'est d'ailleurs la seule défaillance fonctionnelle dans laquelle on retrouve cet élément explicatif dans de si fortes proportions.

Les problèmes de visibilité (visibilité limitée par l'infrastructure, gêne à la visibilité ponctuelle) sont également à l'origine d'erreur de décision.

Les problèmes de décision mettent régulièrement en cause un problème d'expérience de conduite. Cet élément explicatif se retrouve majoritairement dans les cas où le manque d'attention est déterminant ou co-déterminant. La lecture des cas d'accident révèle que le défaut d'attention est en lien direct avec cette inexpérience (il s'agit souvent de conducteurs très jeunes, voire des piétons de moins de 14 ans qui ne prêtent aucune attention aux risques encourus).

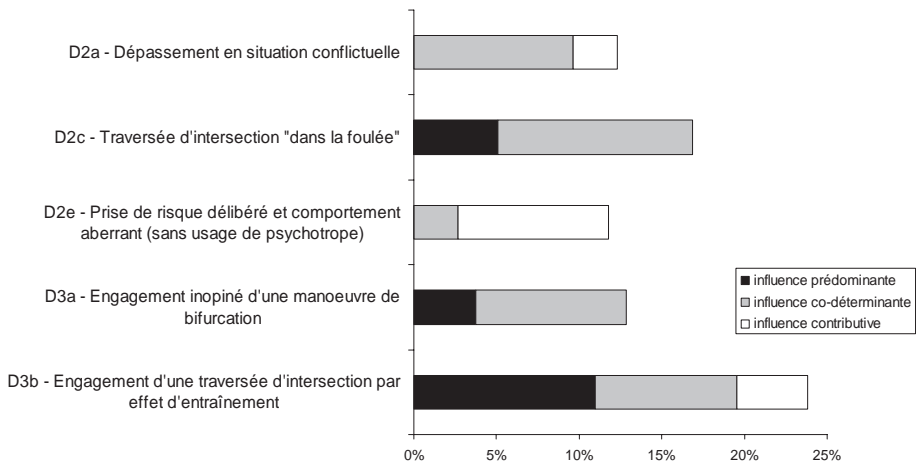
Figure 35 : répartition des éléments explicatifs non attentionnels impliqués dans les défaillances de décision (n = 37)



9.3. Scénarios-types de production des défaillances décisionnelles

La Figure 37 présente la distribution des scénarios-types d'accident les plus illustratifs d'une défaillance au niveau décisionnel. Le scénario le plus fréquent est l'engagement d'une traversée d'intersection par effet d'entraînement (D3b : 24 %). D'autre part, dans plus de 10 % des cas, on retrouve les scénarios : D2c « Traversée d'intersection dans la foulée » (17 %), D3a « Engagement inopiné d'une manœuvre de bifurcation » (13 %), D2a « Dépassement en situation conflictuelle » (12 %), et D2e « Prise de risque délibérée et comportement aberrant (sans usage de psychotrope) » (12 %).

Figure 36 : répartition des conducteurs dans les principaux scénarios de production de défaillances de décision (n = 37)



Parmi les scénarios les plus représentés, on distingue : – les scénarios D3b, D2c et D3a dans lesquels les facteurs attentionnels sont essentiellement déterminants ou co-déterminants de l'erreur de décision et – les scénarios D2e et D2a pour lesquels les processus attentionnels sont majoritairement contributifs ou co-déterminants (cf. Figure 36).

Scénario D3b : « Engagement d'une traversée d'intersection par effet d'entraînement » (24 % des conducteurs produisant une défaillance de décision) (Cf. Annexe 10)

La défaillance décisionnelle relevée ici est l'engagement d'une manœuvre de traversée de chaussée sans chercher à vérifier les conditions de faisabilité de cette manœuvre. Dans ce scénario, les conducteurs délèguent l'analyse de la situation à autrui. Ainsi, ces conducteurs suivent un autre usager en pensant que si l'autre s'engage c'est que la manœuvre est réalisable pour lui aussi. Ces conducteurs se font alors percuter par un usager prioritaire qu'ils n'avaient pas détecté car leurs décisions de réaliser la manœuvre a été prise sans prendre les informations nécessaires.

Souvent, ce type d'accident se déroule au niveau d'intersections complexes ou saturées (densité du trafic, vitesses pratiquées élevées créant des difficultés d'insertion sur les voies principales). Le manque d'attention est souvent décisif dans la défaillance. Ces conducteurs sont peu attentifs et ce manque d'attention ne leur permet pas d'aller chercher l'information nécessaire pour évaluer correctement la faisabilité de la manœuvre.

Scénario D2c : « Traversée d'intersection dans la foulée » (17 % des conducteurs produisant une défaillance de décision)

On retrouve dans ce scénario deux types d'usagers :

Des usagers de la route très jeunes (entre 10 et 16 ans) avec une très faible connaissance des règles de circulation de la route et qui circulent à vélo ou à mobylette. Non conscients des risques qu'ils encourent, ils franchissent une intersection réglementée ou réalisent une manœuvre interdite sans prendre les informations nécessaires et sans ralentir. Le manque d'expérience et le jeune âge des conducteurs sont fortement explicatifs de ces erreurs de décision. Le faible niveau d'attention accordé à l'environnement est essentiellement co-déterminant de la défaillance et très probablement une conséquence de la faible expérience du système de circulation et de ses dangers.

Des usagers plus âgés (24 à 49 ans), circulant en voiture qui, à l'approche d'une intersection où ils perdent la priorité, décident consciemment et volontairement de ne pas respecter l'arrêt au stop ou à l'intersection. Impatients, énervés et/ou très habitués du trajet, ces conducteurs adoptent un comportement à risque, banalisent la situation et prennent la décision de franchir l'intersection sans chercher à prendre les informations nécessaires. Les problèmes d'attention sont le plus souvent co-déterminants de la défaillance et dans certains cas déterminants.

Scénario D3a : « Engagement inopiné d'une manœuvre de bifurcation » (13 % des conducteurs produisant une défaillance de décision)

Dans ce scénario, les conducteurs ont une exigence de recherche directionnelle ou sont en train de chercher un emplacement de stationnement, mais ne sont pas pour autant très attentifs à leur tâche de conduite (discussion avec un passager, etc.). Ainsi, peu attentifs, ils ne se rendent compte que tardivement du changement de direction qu'ils doivent opérer. Leur manœuvre de bifurcation est donc soudaine et non annoncée. Ils ne prennent pas le temps de réaliser toutes les opérations sécuritaires avant de réaliser leur manœuvre (prise d'information, estimation de la faisabilité de la manœuvre, ajustement de la vitesse et de la trajectoire). S'ensuit alors un choc avec un autre usager surpris par la bifurcation inattendue. Les éléments attentionnels sont toujours déterminants ou co-déterminants. Ces conducteurs focalisent toute leur attention sur leurs objectifs au point d'en oublier les règles élémentaires de sécurité.

Scénario D2a : « Dépassement en situation conflictuelle » (12 %) et D2e : « Prise de risque délibérée et comportement aberrant (sans usage de psychotrope) » (12 % des conducteurs produisant une défaillance de décision)

Nous avons choisi de grouper ces deux scénarios parce que les comportements des conducteurs et l'implication des défauts d'attention se ressemblent, et parce que leur effectif est faible pour chacun.

Dans le scénario D2a, les conducteurs décident d'engager une manœuvre de dépassement litigieuse dans des conditions dangereuses. En effet, le dépassement est engagé alors que l'utilisateur circulant à sens inverse a été détecté, en faisant le pari que l'autre va se rabattre par jeu d'influence. Ces conducteurs ne se rendent compte, qu'une fois la manœuvre engagée, de sa non faisabilité. La réaction d'urgence et trop tardive ou mal adaptée.

Le scénario D2e se rapproche fortement du scénario précédent mais avec un degré de prise de risque supérieur. Ces conducteurs adoptent un comportement complètement aberrant et en opposition avec toutes les règles de sécurité (faire la course et perdre de contrôle à 190 km/h, tenter de battre un record, aborder une chicane à 120 km/h...).

Chez les conducteurs de ces deux groupes, on retrouve quasi-systématiquement des éléments explicatifs du type « prise de risque » et « vitesse excessive ». C'est la motivation de ces conducteurs qui est en cause dans la défaillance. Le défaut d'attention n'est dans ces cas qu'une conséquence de leur comportement infractionniste. Ces conducteurs décident volontairement et consciemment (sans avoir consommé de psychotrope) d'adopter un comportement à risque. Les éléments attentionnels sont seulement contributifs ou co-déterminants (cf. Figure 36).

En résumé...

Les erreurs de décision peuvent être la conséquence :

Soit d'un comportement infractionniste, où le conducteur décide de réaliser une manœuvre volontairement sans tenir compte des exigences sécuritaires. Dans ces cas-là, le manque d'attention n'est que contributif dans la survenue de l'accident.

Soit d'un manque d'attention. Ces conducteurs sont obnubilés par leurs objectifs (franchir une intersection, trouver une place de parking, s'orienter) et prennent des décisions d'engagement de façon soudaine sans évaluer la faisabilité de leur manœuvre. Cependant, même si la manœuvre ne respecte pas les règles de sécurité, on ne retrouve pas chez ces conducteurs la volonté d'enfreindre ces règles. C'est le manque d'attention qui est dans la plupart des cas déterminant.

10. Influence des variables attentionnelles sur les défaillances d'exécution de l'action

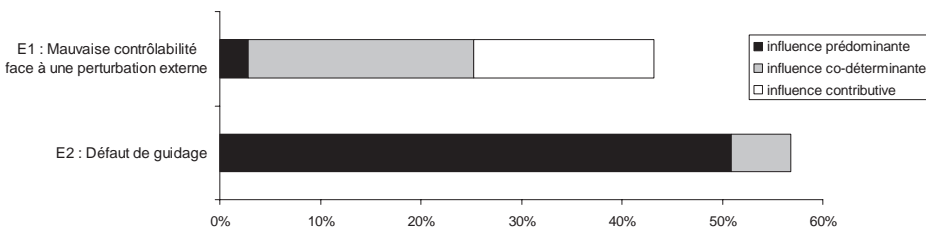
Les défaillances à l'étape psychomotrice d'exécution de l'action (E1 à E2) rendent compte des faiblesses du dernier maillon de la chaîne fonctionnelle impliquée dans l'activité de conduite : l'exercice réalisé sur les commandes du véhicule pour assurer le guidage de la trajectoire poursuivie. Ne figurent dans cette catégorie que les accidents pour lesquels le problème de contrôle du véhicule fait basculer le conducteur en situation d'accident (on ne traite pas ici des difficultés de contrôle en situation d'urgence consécutive à toute défaillance). Deux types de défaillances sont identifiés :

- La défaillance E1 rend compte d'un contrôle inadapté du véhicule lors de la rencontre d'une perturbation externe (rafales de vent, pluie violente, perte d'adhérence, etc.).
- La défaillance E2 fait référence à un défaut de guidage de la trajectoire du véhicule en l'absence de perturbation externe.

10.1. Types de défaillances d'exécution

La Figure 37 présente la répartition des principales défaillances portant sur les processus d'exécution et le niveau d'impact des éléments explicatifs attentionnels dans la survenue de telles défaillances. Les défauts d'exécution représentent 8,8 % des défaillances fonctionnelles observées au sein de l'échantillon attention. C'est peu mais, comme nous allons le voir, les défauts d'attention ont un poids important dans ce type de défaillance.

**Figure 37 : répartition des différentes défaillances d'exécution.
Pour chaque type de défaillance, les trois niveaux d'impact
des défauts d'attention sont distingués (n = 29)**



Deux types de défaillances sont distingués dans les défauts d'exécution :

- La défaillance E1 « *Mauvaise contrôlabilité face à une perturbation externe* » se retrouve dans 43 % des cas des défauts d'exécution (Figure 37). Il ne s'agit donc pas de la défaillance majoritaire dans ce groupe attention. Cette défaillance se caractérise par une difficulté soudaine rencontrée par les usagers. Cette perturbation peut être plus ou moins prévisible (animaux traversant la chaussée, contraintes météorologiques, aquaplaning, etc.). Les

défauts d'attention sont dans cette défaillance essentiellement co-déterminants ou contributifs (Figure 37).

- La défaillance E2 « *Défaut de guidage* » est dans cet échantillon « Attention » la plus représentée (57 %) (Figure 37). Ce point n'est pas surprenant car ces défaillances dans l'exécution des actions de guidage sont directement imputables à l'affectation insuffisante des ressources attentionnelles au guidage de la trajectoire. Dans cette défaillance, aucun événement extérieur n'est venu perturber le guidage, simplement le conducteur détourne son attention de la tâche de conduite, cessant l'activité de guidage. Ainsi dans près de 90 % des cas, les éléments explicatifs attentionnels sont déterminants du défaut d'exécution (Figure 37).

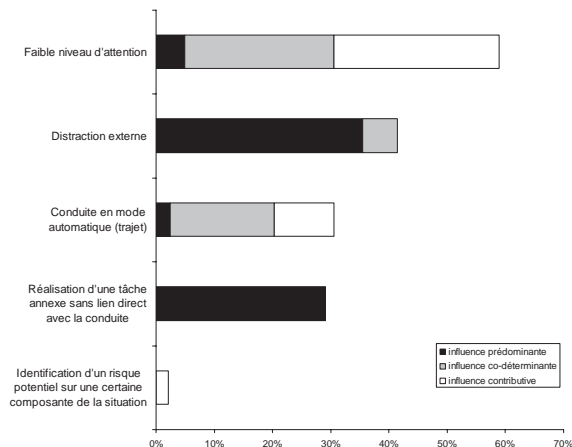
En bref, dans l'échantillon attention, les défaillances dans l'exécution de l'action ne sont que faiblement représentées. Majoritairement, on retrouve des défauts de guidage qui sont directement imputables à un manque d'attention investi dans la tâche de conduite.

10.2. Éléments explicatifs et défaillances d'exécution

10.2.1. Les éléments explicatifs attentionnels

La Figure 38 montre la représentation des éléments explicatifs attentionnels dans les défauts d'exécution. Comme pour toutes les autres défaillances, les éléments explicatifs en lien avec l'inattention du conducteur sont fortement représentés (Faible niveau d'attention dans 59 % des cas et Conduite en mode automatique dans 30 % des cas). D'autre part, on voit apparaître dans les défauts d'exécution, les éléments explicatifs liés à la distraction du conducteur dans de fortes proportions (distraction externe, réalisation d'une tâche annexe sans lien direct avec la conduite). C'est la seule défaillance pour laquelle ces éléments sont retrouvés dans de si fortes proportions.

Figure 38 : répartition des éléments explicatifs attentionnels impliqués dans les défaillances d'exécution. Pour chaque type de facteurs, les trois niveaux d'impact des défauts d'attention sont distingués ($n = 29$)

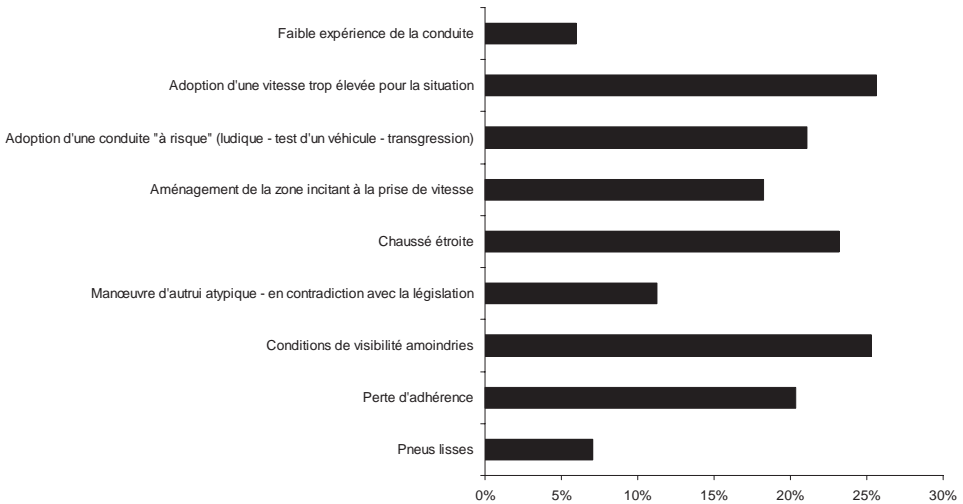


De plus, au-delà de leur forte représentation, les éléments explicatifs « distraction externe » et « réalisation d'une tâche annexe » sont dans plus de 85 % des cas déterminants dans les défauts d'exécution (Figure 38). En revanche, les problèmes d'inattention du conducteur (faible niveau d'attention, conduite en mode automatique) sont seulement co-déterminants ou contributifs dans la plupart des cas. Ainsi, les erreurs de contrôle du guidage du véhicule sont dans de nombreux cas directement expliquées par un défaut d'attention et plus précisément par l'orientation de l'attention du conducteur vers une stimulation ou une tâche n'ayant aucun lien avec la tâche de conduite.

10.2.2. Les éléments explicatifs non attentionnels

Les défaillances d'exécution sont souvent en lien avec le comportement général de conduite adoptée. En effet, on retrouve une vitesse trop élevée pour la situation dans 25 % des cas et l'adoption d'une conduite à risque dans 21 % des cas. Ces défaillances sont également souvent co-expliquées par des facteurs liés aux aménagements (chaussée étroite, zone incitant à la prise de vitesse) et des facteurs liés aux conditions de circulation (conditions de visibilité amoindries, perte d'adhérence) (Figure 39).

Figure 39 : répartition des éléments explicatifs non attentionnels impliqués dans les défaillances d'exécution (n = 29)



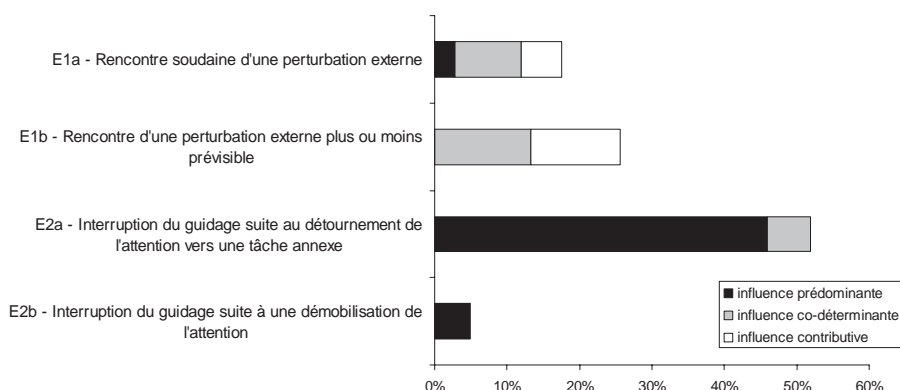
10.3. Scénarios-types de production des défaillances d'exécution

La Figure 40 présente la distribution des scénarios-types d'accident ayant pour origine un défaut d'exécution :

- E2a : « Interruption du guidage suite au détournement de l'attention vers une tâche annexe » (52 %).
- E1b : « Rencontre d'une perturbation externe plus ou moins prévisible » (26 %).

- E1a : « Rencontre soudaine d'une perturbation externe » (17 %).
- E2b : « Interruption du guidage suite à une démobilitation de l'attention » (5 %).

Figure 40 : répartition des conducteurs dans les principaux scénarios de production de défaillances d'exécution (n = 29)



Dans les scénarios E1a et E1b, la défaillance survient suite à une perturbation externe pas forcément prévisible, les défauts d'attention sont tout de même co-déterminants de la défaillance (Figure 40). Ce point laisse supposer qu'avec un peu plus d'attention, la perturbation aurait pu être gérée correctement.

Les scénarios E2a et E2b montrent une implication beaucoup plus directe du défaut attentionnel : l'interruption du guidage du véhicule est la conséquence directe d'un détournement de l'attention.

Scénario E2a : « Interruption du guidage suite au détournement de l'attention vers une tâche annexe » (52 % des conducteurs produisant une défaillance d'exécution) (Cf. Annexe 8) et E2b : « Interruption du guidage suite à une démobilitation de l'attention » (5 %)

Ces deux scénarios sont très proches. Les usagers sont en train de circuler en section rectiligne, en courbe facile ou à l'abord d'un virage nécessitant un ajustement de la vitesse et de la trajectoire. Au cours de leur tâche de conduite, ces conducteurs démobilitent leur attention vers une tâche annexe (ranger des CD dans la boîte à gant, ramasser une bouteille d'eau à l'abord d'un rond-point, etc.). Dans le scénario E2a, c'est la distraction par un événement ou une tâche externe qui désengage l'attention de la tâche de conduite. Dans le cas du scénario E2b, le conducteur profite d'un trajet facile et/ou familier pour se plonger dans ses préoccupations. Dans ce cas-là, on a à faire à des conducteurs simplement inattentifs à leur conduite et qui ne détournent pas forcément le regard de la scène visuelle, mais le niveau attentionnel est bien trop bas pour guider correctement le véhicule et s'apercevoir à temps de la dérive.

Quelle que soit la cause du manque d'attention, ces usagers interrompent le contrôle de leur guidage et ne se rendent compte que trop tard de la dérive de leur véhicule. Au moment où ils prennent conscience de la situation, les tentatives de corrections de trajectoire sont vaines et l'accident inévitable. Le manque d'attention est donc pleinement constitutif de ce scénario : sur des trajets connus, faciles et monotones les conducteurs inattentifs se laissent distraire se détachant totalement des tâches de base de la conduite, à savoir garder son véhicule dans la voie.

Scénario E1a : « Rencontre d'une perturbation externe » (17 % des conducteurs produisant une défaillance d'exécution) et E1b : « Rencontre d'une perturbation externe plus ou moins prévisible » (26 %)

Dans ces deux types de scénarios, les conducteurs circulent en section rectiligne ou en courbe facile dans des conditions météorologiques pas toujours optimales. Et dans les deux cas, ils se retrouvent à un moment donné dans une situation piège qui occasionne une déviation de trajectoire et met les usagers dans une situation dans laquelle ils se retrouvent incapables de contrôler leurs trajectoires. Ces deux scénarios se distinguent par la prévisibilité de la perturbation. Dans le scénario E1a, la perturbation est totalement imprévisible (éclatement d'un pneu, manœuvre totalement inattendue d'un autre usager, etc.). En revanche, dans le scénario E1b la perturbation était en partie prévisible. Par exemple, on retrouve des conducteurs qui circulent par temps de pluie, mais inattentifs (conduite en mode automatique, préoccupations personnelles, faible niveau d'attention), ils n'adaptent ni leur conduite ni leur vitesse.

Mais dans ces deux scénario-types, le niveau d'attention des conducteurs au moment de la rencontre de la situation perturbatrice est co-déterminant ou contributif les rendant totalement démunis en termes de capacités de contrôle. Suite à un effet de surprise, leurs tentatives de récupération sont mal dosées.

En résumé...

Les erreurs d'exécution sont relativement rares dans l'échantillon « Attention ». Deux types de défaillances d'exécution de la commande motrice sont principalement retrouvés ici :

– Les erreurs d'exécution liées à une perturbation externe. Cette perturbation peut être plus ou moins prévisible et créer une situation à fortes contraintes physiques pour le conducteur. Ainsi, le défaut de guidage est provoqué par un événement externe, et le manque d'attention est dans ces cas co-déterminant ou simplement contributif.

– Les erreurs de guidage liées au détournement de l'attention. Cette défaillance est naturellement la plus courante dans l'échantillon « Attention ». Le défaut de guidage est directement provoqué par le retrait du focus attentionnel de la tâche de conduite vers une stimulation externe ou vers une tâche annexe. Sur des trajets connus, simples et monotones, ces conducteurs souvent inattentifs ont tendance à se laisser distraire. La distraction entraîne alors l'arrêt momentané du guidage du véhicule dans sa voie de circulation, et également une prise de conscience tardive de la situation, rendant les manœuvres de récupération impossibles.

11. Attention et accidents : discussion

La catégorie de défaillance la plus représentative des accidents liés à un facteur attentionnel est sans conteste la catégorie des défaillances perceptives. Elles représentent 43,4 % de l'ensemble des défaillances du groupe « Attention ». Cependant, les éléments explicatifs attentionnels identifiés ne conduisent pas tous au même type de défaillance perceptive et leur impact sur la défaillance varie.

Les défaillances perceptives portent principalement sur :

- La prise d'information sommaire, réalisée mais trop rapidement, de façon automatisée et donc inadaptée pour détecter un événement potentiellement dangereux. Les éléments explicatifs de cette défaillance font ressortir une faible affectation des ressources attentionnelles à l'activité de conduite, en lien avec la pratique routinière d'un trajet ou la banalisation d'une situation. Les défauts d'attention sont essentiellement co-déterminants de ce type de défaillance. On note l'influence contributive de gênes à la visibilité qui vont renforcer le caractère défaillant de la recherche d'information réalisée.
- La saisie d'information focalisée sur un autre objet que celui qui aurait été utile à percevoir pour ne pas entrer dans une séquence accidentelle : un autre véhicule, un piéton, un obstacle fixe. Les éléments qui l'expliquent correspondent majoritairement à l'identification d'un risque sur une composante de la tâche ou à un problème directionnel mobilisant temporairement les ressources attentionnelles du conducteur. La recherche directionnelle ou la focalisation de l'attention sur une composante de la scène routière sont typiquement des problèmes d'attention ayant un fort niveau d'impact, notamment sur ces défaillances de types perceptifs. La réalisation routinière d'une manœuvre sur un mode plus ou moins automatisé peut également y contribuer en conditionnant la recherche d'information, mais seulement de façon contributive ou co-déterminante de la défaillance.
- La négligence de recherche d'information qualifie les conducteurs qui se décentrent temporairement de l'activité de conduite, notamment sur des trajets monotones, et qui expliquent eux-mêmes leur accident par le fait qu'ils étaient « dans la lune ». Dans cet état particulier (assimilable à un rêve diurne), peu importe où le regard du conducteur est porté, il ne voit pas l'obstacle, pourtant visible, jusqu'au moment où celui-ci s'impose à lui.
- La détection tardive d'un autre usager en situation d'accès difficile à l'information fait intervenir les éléments attentionnels à titre seulement contributif. Un effort attentionnel aurait probablement permis un évitement mais c'est souvent un événement imprévisible qui est à l'origine de l'accident.
- L'interruption de la recherche d'information causée par la réalisation d'une tâche sans aucun lien avec l'activité de conduite (réglage du poste de radio, recherche d'un objet dans un sac, dans la boîte à gant, etc.). Le conducteur mobilise ses ressources vers cette activité au détriment de la surveillance de la scène routière et ne peut donc détecter l'obstacle imminent avec lequel

il va entrer en collision. Ce type de défaillance est directement imputable à la distraction du conducteur par une tâche ou un évènement extérieur à la tâche de conduite. Ces défaillances sont plus rares, mais le détournement attentionnel est décisif dans la genèse de la défaillance.

Les défaillances de diagnostic sont présentes chez 18 % des conducteurs de l'échantillon. Les erreurs d'évaluation et de compréhension qui y correspondent découlent rarement des seuls problèmes attentionnels. À ces éléments viennent le plus souvent se combiner d'autres variables endogènes et/ou exogènes qui vont contribuer à induire les conducteurs en erreur. Les problèmes d'attention constituent donc plus un terrain favorable à la genèse d'une défaillance de diagnostic qu'un facteur direct de sa production.

Les erreurs de pronostic (16,7 %) montrent, comme pour les erreurs de diagnostic, essentiellement une influence co-déterminante ou seulement contributive des déficits attentionnels. L'état d'attention diffuse, qui définit ces conducteurs, ne favorise pas une activité prévisionnelle efficace et rend ces usagers plus vulnérables vis-à-vis de la rencontre d'obstacles difficilement décelables ou de l'évolution inattendue d'une interaction avec un autre usager.

Au niveau des deux étapes de traitement que sont le diagnostic et le pronostic, le manque d'attention est souvent induit par une grande connaissance du trajet ou par sa monotonie, plongeant les conducteurs dans une conduite en mode plus ou moins automatisé. Ces conducteurs ainsi inattentifs ont tendance à ne pas tenir compte de certains indices alarmants et à ne pas adapter leur façon de conduire aux situations qu'ils rencontrent. L'inattention est ici un problème latent révélé lors de la rencontre d'une difficulté.

Concernant les défaillances décisionnelles (11,5 %), deux catégories doivent être distinguées :

- Les décisions infractionnistes prises volontairement qui reposent avant tout sur des problèmes motivationnels (recherche de gain de temps, conduite compétitive, ludique, etc.). Dans ces cas-là, les défauts d'attention n'interviennent le plus souvent qu'indirectement sur l'engagement inapproprié d'une manœuvre, par la négligence des aspects sécuritaires que cette manœuvre recouvre.
- Les décisions prises pour suivre un objectif (prendre la bonne direction, trouver une place de stationnement, etc.). Ces décisions sont prises de façon soudaine et précipitée sans prendre le temps d'évaluer la faisabilité de la manœuvre (dans de nombreux cas d'accident, le conducteur a délégué la prise de décision à l'usager qui le précède « Si lui passe, je passe aussi ! »). Dans ces cas-là, on ne relève pas chez ces conducteurs un réel comportement infractionniste. Le manque d'attention porté à la manœuvre en cours est souvent déterminant du problème décisionnel.

Les défaillances dans le contrôle de l'action (8,8 %) montrent un niveau d'impact important des déficits d'attention. Le détournement vers une tâche annexe conditionne ainsi directement des pertes de contrôle de trajectoire sans que s'y

adjoignent d'autres facteurs explicatifs. Dans les cas d'accident où le détournement de l'attention est déterminant du défaut d'exécution :

- soit le conducteur est tellement inattentif et plongé dans ses préoccupations qu'il cesse, même s'il ne quitte pas la scène visuelle du regard, de guider son véhicule ;
- soit il est en train de réaliser une autre tâche qui l'oblige à enlever une main du volant et à quitter la route des yeux. Dans les autres défaillances d'exécution, les défauts de contrôle sont liés à une perturbation externe. Le manque d'attention est contributif ou co-déterminant, dans le sens où cette perturbation peut être plus ou moins prévisible, mais une fois de plus ces conducteurs inattentifs conduisent en mode automatisé et ont des difficultés à réguler leur conduite en fonction des indices dont ils disposent.

Les défaillances généralisées, correspondant à une dégradation d'ensemble des capacités de conduite, sont largement plus représentatives des problèmes de vigilance et constituent une problématique beaucoup moins pertinente du point de vue de l'intervention des défauts d'attention.

Conclusion

La vigilance et l'attention sont deux instances fondamentales qui gouvernent l'ensemble des fonctions impliquées dans l'activité de conduite. Elles constituent des entités essentielles à la réussite de la tâche et leurs perturbations sont reconnues pour participer à l'accidentalité.

La notion de vigilance fait référence à l'état d'activation du système nerveux central ; elle caractérise les variables psychophysiologiques impliquées dans le niveau d'éveil vigile de l'organisme. L'étude des caractéristiques des accidents associés aux problèmes de vigilance fait apparaître plusieurs spécificités, tant sur le plan strictement accidentologique que sous l'angle plus large de leur contexte d'émergence.

Notre analyse accidentologique fait ressortir que ces problèmes de vigilance concernent seulement 11,9 % des conducteurs de la base étudiée. Par contre, l'intervention de ces problèmes révèle un niveau d'impact élevé sur la genèse des dysfonctionnements accidentogènes. Ainsi, les problèmes de vigilance montrent une influence prédominante dans 72,0 % des cas, une influence co-déterminante dans 21,1 %, contre 6,9 % d'influence seulement contributive. En bref, lorsqu'une défaillance fonctionnelle implique un problème de vigilance, ce problème est le plus souvent à l'origine directe de la dégradation de la situation.

La vigilance représente le phénomène le plus basique et le plus général, nécessaire au bon fonctionnement de l'ensemble de la chaîne fonctionnelle impliquée dans l'activité, et susceptible d'en moduler toutes les étapes de réalisation. Aussi n'est-il pas surprenant de constater, au terme de cette analyse, que les défaillances humaines qui résultent d'un problème de vigilance prennent le plus souvent la forme de défaillances généralisées des capacités, affectant l'ensemble des fonctions utiles à la conduite, tant psycho-physiologiques que sensori-motrices ou cognitives. Cette dégradation des capacités de conduite s'actualise, au plan accidentologique, en deux grands ordres de phénomènes. Le premier sous-groupe rassemble 38,8 % des conducteurs concernés, dont la perturbation des états de vigilance, liée notamment à la fatigue, aboutit à un endormissement et se traduit par une perte de contrôle de la situation. Le deuxième sous-groupe rassemble 31,4 % des conducteurs concernés, dont les capacités sensori-motrices et cognitives sont altérées au point qu'ils ne sont plus capables de gérer les tâches les plus simples de la conduite. Cette altération des capacités intervient notamment en liaison avec l'absorption d'une substance psychotrope, quelle qu'elle soit. En dépit de l'absence d'endormissement au sens strict, la défaillance aboutit typiquement, comme dans le cas précédent, à une perte de contrôle du véhicule.

La consommation d'alcool et/ou de stupéfiant peut avoir différentes répercussions sur le type de dégradations de vigilance, en fonction des quantités ingérées, de moment de l'ingestion, des facteurs associés, des caractéristiques des individus. De façon générale, ces dégradations peuvent prendre deux formes *a priori* antagonistes : l'hypovigilance ou l'hyperexcitation. On constate ainsi dans les accidents, deux types d'effets néfastes qui aboutissent à une même conséquence, à savoir l'altération des capacités psychomotrices liée à la dégradation du niveau de vigilance. La consommation de drogues psychotropes (légales ou illégales) peut provoquer d'une part une baisse du niveau de vigilance entraînant un ralentissement cognitif qui conduit à la perte globale des capacités, pouvant aller jusqu'à l'endormissement. D'autre part, les psychotropes peuvent avoir des effets plus pervers en donnant au conducteur l'illusion d'être en pleine possession de ses moyens (voire un sentiment de toute puissance) et provoquer, dans le même temps, un comportement fortement dégradé. Cela se traduit par une prise de risque plus importante, l'adoption de vitesses élevées, des comportements agressifs, parfois aberrants, le non port de la ceinture ou du casque, le déni des risques routiers. L'effet euphorisant bien connu de l'alcool, à un certain moment de son action, peut ainsi mettre les conducteurs dans un état d'hyperexcitation qui ne leur permet pas de se rendre compte de l'altération effective de leurs capacités.

Les accidents qui découlent de ces problèmes de vigilance présentent très peu de variétés dans leur déroulement. Ils se matérialisent quasi systématiquement par des pertes de contrôle, qu'elles résultent d'une incapacité à réguler une trajectoire (virage) ou d'une simple inaptitude à assurer le guidage du véhicule dans sa voie de circulation (ligne droite). La perte de contrôle est donc une caractéristique accidentelle très fortement représentative des problèmes de vigilance. Ainsi définies au sens strict des aspects psychophysiologiques des processus supports à l'activité de conduite, les dégradations de la vigilance se caractérisent par un certain systématisme dans leurs manifestations accidentologiques. Les accidents liés à une baisse de vigilance permettent de distinguer des profils de conducteurs qui présentent « un air de famille » sur l'origine et les raisons de leur baisse de vigilance. Ainsi, c'est du côté de l'investigation des conditions de leur émergence qu'une analyse de ces problèmes de vigilance peut fournir des enseignements plus riches. L'analyse des défauts de vigilance permet ainsi de caractériser des groupes d'usagers accidentés en fonction de l'origine de la baisse de vigilance (consommation chronique d'alcool, consommation festive d'alcool, consommation de médicaments...) et de définir des profils de personnes assez homogènes (âge, sexe, situations personnelles...).

La notion d'attention fait référence à l'état de concentration de l'activité mentale sur un objet déterminé ; elle caractérise l'affectation des ressources cognitives de l'individu aux différents stimuli d'une situation, en vue de la réalisation d'un objectif. Notre analyse accidentologique fait ressortir que les problèmes d'attention concernent 34,3 % des conducteurs impliqués dans les accidents corporels étudiés. Cette forte occurrence est cependant à pondérer par un plus faible niveau d'impact de ces variables sur la genèse des dysfonctionnements que celui relevé pour les problèmes de vigilance. Ainsi, ces éléments liés à l'attention mon-

trent une influence prédominante dans seulement 29,1 % des cas, une influence co-déterminante dans 48,8 %, et une influence contributive dans 22,1 %. En bref, lorsqu'une défaillance fonctionnelle fait intervenir un problème attentionnel, elle nécessite le plus souvent la contribution d'autres facteurs pour que la situation dégénère en accident.

Contrairement aux problèmes de vigilance qui entraînent essentiellement des défaillances généralisées, les défauts d'attention affectent spécifiquement l'une ou l'autre des étapes fonctionnelles nécessaires à la conduite. On peut, en effet, caractériser l'activité de conduite par une succession d'étapes fonctionnelles qui s'enchaînent de manière plus ou moins séquentielle, allant de la perception de l'information jusqu'à la sortie motrice en passant par les étapes de traitement et la prise de décision. Évidemment, pour chaque étape de traitement un certain niveau attentionnel est requis, mais l'étape perceptive est vraisemblablement l'étape la plus vulnérable à un défaut d'attention. C'est du moins ce qui ressort de l'analyse des défaillances de conduite liées à un problème d'attention. Ces défaillances perceptives apparaissent dans nombre de situations de conduite différentes, des plus simples (circuler en section rectiligne) aux plus complexes (intersection) et peuvent être la conséquence de différents types de problèmes d'attention.

On a vu que l'analyse des défauts de vigilance permet de définir certains profils d'usagers accidentés en fonction de l'origine de la baisse de vigilance. Concernant les problèmes d'attention, il est beaucoup plus difficile de raisonner sur le même modèle et de définir des groupes de personnes. On retrouve dans les scénarios-types globalement toutes les tranches d'âges, autant d'hommes que de femmes et aucune situation personnelle ou professionnelle caractérisant spécifiquement l'apparition d'une défaillance attentionnelle. En revanche, il ressort fortement que les défauts d'attention sont conditionnés par l'expérience de conduite, la connaissance d'un trajet ou d'une manœuvre, et l'environnement de circulation. Les éléments attentionnels n'ont pas tous le même mode d'influence sur les différentes défaillances fonctionnelles. Le faible niveau d'attention porté à la tâche de conduite, la conduite en mode automatisé ou la distraction interne (préoccupation, pensées) vont plutôt constituer un problème latent qui va se révéler lors de la rencontre de situations inattendues ou difficiles. Ces éléments ne sont pas souvent déterminants de la défaillance mais y contribuent fréquemment. Le plus souvent, ce manque d'attention induit une négligence chez le conducteur vis-à-vis de la recherche d'information ou vis-à-vis de la prise en compte des indices de dangerosité disponibles. Cette étude illustre ainsi le problème des automatismes de conduite qui conditionnent un schéma d'action (prise d'information, vitesse, etc.) sur un mode « non conscient » et dont le conducteur a des difficultés à se détacher quand cela devient nécessaire. De nombreuses études soulignent les effets bénéfiques des automatismes de conduite qui se développent avec l'expérience. Certains auteurs rapportent ainsi que chez les jeunes conducteurs, ces automatismes ne sont pas en place et que cette lacune expliquerait en partie le fait qu'ils aient plus d'accidents. Et en effet, le manque d'automatisme rend certaines situations difficiles à gérer du fait que les ressources attentionnelles disponibles peuvent se trouver partagées entre les informations de la scène routière et les tâches de conduite

les plus basiques (passer les rapports de vitesse, guider son véhicule...). En ce sens, les automatismes limitent les situations de compétition attentionnelle au cours desquelles le conducteur doit répartir ses ressources limitées entre différentes sous-tâches concurrentes, essentielles à la conduite. Mais ces automatismes peuvent également induire un détachement attentionnel de la tâche de conduite par le déclenchement de schémas comportementaux plus ou moins stéréotypés qui conditionnent la façon de prendre les informations, d'aborder un virage, etc. (Ranney, 1994). Nos exemples illustrent quantité d'accidents dans lesquels les personnes impliquées ont conduit comme d'habitude et n'ont pas su faire face à une situation imprévue. Une question reste en suspens : comment un conducteur reprend-il un contrôle conscient pour adapter son mode de conduite ? Du point de vue opérationnel des aides à mettre en place, la question se pose différemment : comment alerter efficacement un conducteur pour qu'il sorte de son état d'inattention et prenne en compte des variations pertinentes dans son environnement ?

D'un autre côté, des problèmes tels que la distraction par une tâche externe, la focalisation sur une composante partielle de la situation, ou encore un problème directionnel, constituent des détournements attentionnels plus ponctuels mais dont les effets sont plus directs sur les défaillances (cf. défaillances perceptives ou d'exécution). En effet, certains éléments agissent à titre « d'attracteurs d'attention ». Ils font notamment références aux conditions situationnelles qui vont avoir un effet de captation des ressources de l'individu vers une des composantes de la scène routière. L'exemple type en est le problème d'orientation directionnelle, qui se conjugue souvent avec une inadaptation de la signalisation aux besoins des conducteurs. Ils peuvent aussi concerner les variables de trafic dans des environnements complexes, qui amènent les conducteurs à se focaliser sur une source au détriment d'une autre.

Ces éléments qui influencent la distribution des ressources attentionnelles peuvent donc avoir une origine endogène et/ou exogène. Mais on notera globalement la sensibilité des processus attentionnels aux éléments du contexte de circulation (Jaffard et Van Elslande, 2009), ce qui laisse entrevoir un possible moyen d'action sur certains défauts d'attention par des actions d'aménagement des infrastructures. Parmi ces mesures, on citera la nécessité de limiter la multiplicité des sources d'information qui génèrent une compétition d'attention en situation complexe (notamment en intersection inutilement compliquée) ; de rendre saillantes les informations utiles à une détection efficace des véhicules arrivant sur les voies sécantes, notamment dans les cas des intersections « discrètes » ; de favoriser une réduction des vitesses de façon à faciliter le traitement d'informations compétitives.

Cependant, même si certaines considérations d'ensemble peuvent ressortir de cette étude concernant les problèmes d'attention dans la genèse des accidents de la route, ces résultats font également ressortir l'importance de distinguer les trois grandes catégories de dysfonctionnement que sont : l'inattention, la distraction, et la compétition d'attention. Ces trois défauts attentionnels sont distingués en fonction de la source de la perturbation. L'inattention correspond à une focalisation interne (pensées, préoccupations), la distraction correspond quant à elle à une focalisation vers un événement ou une tâche extérieure à la conduite et enfin la compétition

d'attention se met en place lorsque deux tâches nécessaires à l'activité de conduite entrent en concurrence. En fonction du défaut considéré, il est fort probable que les caractéristiques accidentologiques liées à chaque défaut d'attention diffèrent du point de vue : i) des contextes d'apparition de ces défauts d'attention, ii) des défaillances conséquentes de ces trois défauts d'attention, iii) de l'impact de chaque défaut d'attention sur la défaillance, iv) des conséquences de ces accidents. Les travaux à venir devront distinguer ces différents problèmes d'attention afin d'envisager des solutions opérationnelles adaptées à la spécificité de chacun.

On rappellera enfin le fait que, pour la vigilance comme pour l'attention, il existe un optimum relatif à la nature de la tâche qui est accomplie, dont la notion de durée constitue un paramètre important. Ainsi en est-il de la vigilance qui doit rester à un degré suffisant (pour éviter l'hypovigilance) sans trop excéder ce degré (sous peine de tomber dans le travers du stress ou de l'hyperexcitation). Et ce niveau de vigilance doit perdurer, ce qui implique de le gérer temporellement. Il en est de même pour l'affectation des ressources attentionnelles, forcément limitées, que le conducteur doit répartir vers les multiples stimuli de l'environnement, selon leur pertinence, en fonction de ses objectifs du moment, mais également en tenant compte de la durée de l'activité. Le « compromis cognitif », dont fait état Amalberti (2001), entre les exigences de la tâche (règles, sécurité, performance, etc.) et les intérêts du système biologique (limiter le coût cognitif) permet au conducteur d'économiser les ressources dont il dispose. En situation courante de conduite, le conducteur n'est pas constamment centré sur sa tâche. Et pourtant, dans la grande majorité des cas, le trajet se passe bien. Les fluctuations de l'attention font donc partie des conditions normales de conduite, pour autant qu'elles restent sous contrôle et sans conséquence. Les défaillances apparaissent lorsque les ressources attentionnelles attribuées à une tâche sont insuffisantes par rapport à la difficulté de la tâche ou lorsqu'elles sont mal réparties entre les différentes sous-tâches à accomplir. Plus que d'un défaut en soi, il faut ainsi rechercher dans les défaillances attentionnelles une inadéquation relative entre les ressources de l'individu et les exigences de la tâche qu'il réalise.

En résumé, les variables qui entrent en jeu sont complexes et doivent donc être étudiées dans leur complexité. Il s'agit de ne pas réduire, par exemple, les problèmes de vigilance à la seule somnolence ou les problèmes d'attention à la seule distraction, sous peine de passer à côté des enjeux et des solutions qui correspondent à ces différents problèmes. La question reste posée également du bien-fondé de la dichotomie coutumièrement opérée entre ce qui a trait aux « facteurs environnementaux » et aux « facteurs humains ». Niveau de vigilance et orientation attentionnelle sont, au moins en partie, sous l'influence de facteurs d'environnement. Un véhicule confortable, un environnement monotone vont s'associer à la fatigue, à l'effet des psychotropes, pour générer un défaut de vigilance. Une surcharge visuelle, un aménagement complexe, vont s'associer aux soucis du conducteur, à sa discussion avec le passager, pour générer un défaut d'attention. C'est donc le plus souvent à l'intersection des variables humaines et environnementales que les problèmes trouveront leur source et leur analyse dichotomique pourra ainsi difficilement refléter la réalité de ces problèmes.

Références

- Aldrich, M. (1989). Automobile accidents in patients with sleep disorders. *Sleep*, 12(6), 487-94.
- Alexander, G.J. and Lunenfeld, H. (1986). *Driver Expectancy in Highway Design and Traffic Operations*. Publication No. FHWA-TO-86-1. Federal Highway Administration, Washington, D.C.
- Alpert, M., Ancoli-Israel, S., Kripke, D., Mason, W., Espiritu, R. (1992). Sleep-disordered breathing and car accidents in the elderly. *Journal of Sleep Research*, 21, 167.
- Amalberti, R. (2001). La conduite de systèmes à risques. Revue *le Travail Humain*. Paris : Presse Universitaire de France.
- Amalbert, R., Malaterre, G., (2001). De l'erreur humaine au risque : évolution des concepts en psycho-ergonomie. In Amalberti, R., Fuchs, C., Gilbert, C. *Risques, erreurs et défaillances : Approche interdisciplinaire*. Actes de la première séance du Séminaire « Le risque de défaillance et son contrôle par les individus et les organisations dans les activités à hauts risques » : Publications de la MSH-Alpes.
- American Thoracic Society (1994). Sleep apnea, sleepiness, and driving risk. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 50, 1463-1473.
- Anderson, J.R. (1981). *Cognitive skills and their acquisition*, Hillsdale, Lawrence Erlbaum.
- Anderson, J.R. (1982). Acquisition of cognitive skill, *Psychological Review*, 89, 369-406.
- Anderson, J. (1985). *Cognitive Psychology and its implications*, Freeman, NY.
- Anderson, J.R. (1987). Skill acquisition: compilation of weak method problem solution, *Psychological Review*, 92, 192-210.
- Broadbent, D. (1958). *Perception and communication*. London: Pergamon Press.
- Broughton, R., Ghanem, Q., Hishikawa, Y., Sugita, Y., Nevsimalova, S., Roth, B. (1981). Life effects of narcolepsy in 180 patients from North America, Asia and Europe compared to matched controls. *Canadian Journal of Neurological Science*, 8, 299-304.
- Broughton, R. Guberman, A., Roberts, J. (1984). Comparison of the psychosocial effects of epilepsy and narcolepsy/cataplexy: a controlled study. *Epilepsia*, 25, 423-433.

- Bruyas, M.P., Brusque, C., Debailleux, S., Duraz, M., Aillerie, I. (2009). Does making a conversation asynchronous reduce the negative impact of phone call on driving? *Transportation Research Part F*, 12, 12-20.
- Cabon, P., Berard, R., Fer, B. & Coblenz, A. (1996). Vigilance et conduite. *ISIS : Urgence Pratique*, 19, 55-60.
- Caird, J.K., Willness, C.R., Steel, P., Scialfa, C. (2008). A meta-analysis of the effects of cell phones on driver performance. *Accident Analysis and Prevention*, 40(4), 1282-93.
- Camus, J.F. (1996). *La psychologie cognitive de l'attention*. Paris : Armand Colin.
- Ceutel, C. (1995). Risk of traffic accident injury after a prescription for a benzodiazepine. *Annals of Epidemiology*, 5(3), 239-244.
- Chapon, A., Gabaude, C., Fort, A. (2006). *Défauts d'attention et conduite automobile. État de l'art et nouvelles orientations pour la recherche dans les transports*. Synthèse INRETS n° 52, p. 143.
- Chapon, A., Bailly, B. (2006). Attention et conduite automobile. In Chapon, A., Gabaude, C., Fort, A. *Défauts d'attention et conduite automobile. État de l'art et nouvelles orientations pour la recherche dans les transports*. Synthèse INRETS n° 52, 18-22.
- Desmond, P.A., Matthews, G., (1997). Implications of task-induced fatigue effects for in-vehicle countermeasures to driver fatigue. *Accident Analysis and Prevention*, 4, 515–523.
- Dinges, D.F., Mallis, M.M. (1998). Managing fatigue by drowsiness detection : can technological promises be realized? In Hartley, L. (Ed.), *Managing fatigue in transportation*. Oxford: Elsevier Science Ltd, 209-229.
- Dinges, D.F. & Kribbs, N.B. (1991). Performing while sleepy: effects of experimentally induced sleepiness. In Monk, T.H. (Ed.). *Sleep, Sleepiness and Performance*, Wiley, Chicester, 97-128.
- European Road Safety Observatory (2006). Fatigue, retrieved May 9, 2008 from www.erso.eu
- Fernandez-Duque, D., Posner, M.I. (1997). Relating the mechanisms of orienting and alerting. *Neuropsychologia* 35, 477-486.
- Findley, L. (1995). Vigilance and automobile accidents in patients with sleep apnea or narcolepsy. *Chest*, 108(3), 619-624.
- Fleury, D., Brenac, T. (2001). Accident prototypical scenarios, a tool for road safety research and diagnostic studies. *Accident Analysis and Prevention*, 33, 267-76.
- Fort, A. (2006). Les différents défauts de l'attention du conducteur. In Chapon, A., Gabaude, C., Fort, A. *Défauts d'attention et conduite automobile. État de l'art et nouvelles orientations pour la recherche dans les transports*. Synthèse INRETS n° 52, 45-51.

- George, C.F., Nickerson, P.W., Hanly, P.J., Millar, T.W., Kryger, M.H. (1987). Sleep apnea patients have more automobile accidents. *Lancet*, 22, 447.
- George, C.F. (2000). Vigilance impairment: assessment by driving simulators. *Sleep*, 23(4), 115-118.
- Haraldsson, P., Carenfelt, C., Laurell, H., Törnros, J. (1990). Driving vigilance simulator test. *Acta Otolaryngol*, 110, 136-140.
- Howard, M.E., Jackson, M.L., Kennedy, G.A., Swann, P., Barnes, M., Pierce, R.J. (2007). The interactive effects of extended wakefulness and low-dose alcohol on simulated driving and vigilance. *Sleep*, 30(10), 1334-40.
- Hughes P.K. & Cole B.L. (1986). What attracts attention when driving? *Ergonomics*, 29, 377-391.
- Jaffard, M., Benraiss, A., Longcamp, M., Velay, J.L., Boulinguez, P. (2007). Cueing method biases in visual detection studies. *Brain Research*, 1179, 106-18.
- Jaffard, M., Van Elslande, P. (2009). Défaillances attentionnelles et contexte de conduite. Actes du colloque Epique 2009.
- James, W. (1890). *The principles of psychology*, New York: Holt, pp. 403-404.
- Kendall, A.P., Kautz, M.A., Russo, M.B., Killgore, W.D. (2006). Effects of sleep deprivation on lateral visual attention. *The international Journal of neuroscience*.
- Khaldi, S., Vallet, M. (1995). *Sécurité Routière et Vigilance des Conducteurs Automobile. Problématique et Applications. Journée d'Étude Automatique et Automobile. 22 et 23 juin 1995*, Bordeaux, France.
- Koelega, H.S., (1995). Alcohol and vigilance performance: a review. *Psychopharmacology*, 118, 233-249.
- Koustanäi, A., Boloix, E., Van Elslande, P., Bastien, C. (2007). Statistical analysis of "looked-but-failed-to-see" accidents: highlighting the involvement of two distinct mechanisms. *Accident Analysis and Prevention*, 40(2), 461-9.
- Kozena, L., Frantik, E., Horváth, M. (1995). Vigilance impairment after a single dose of benzodiazepines. *Psychopharmacology (Berl)*, 119(1), 39-45.
- Lafont, R. (1991). Un exemple d'enjeu de la vigilance : la circulation sur autoroute. In Vallet, M. (Ed.), *Le Maintien de la vigilance dans les transports. Actes des Journées d'Étude de l'INRETS. Bron, 18 et 19 oct. 1990*. Caen : Paradigme. pp. 23-29.
- Langham, M., Hole G., Edwards, J. & O'neil, C. (2002). An analysis of 'looked but failed to see' accidents involving parked police vehicles. *Ergonomics*, 45(3): 167-185.
- Leclercq, M., Zimmermann, P. (2000). L'évaluation des fonctions attentionnelles. In Solal (Ed). *Traité de neuropsychologie clinique (Tome 1)*. Marseille. 95-11

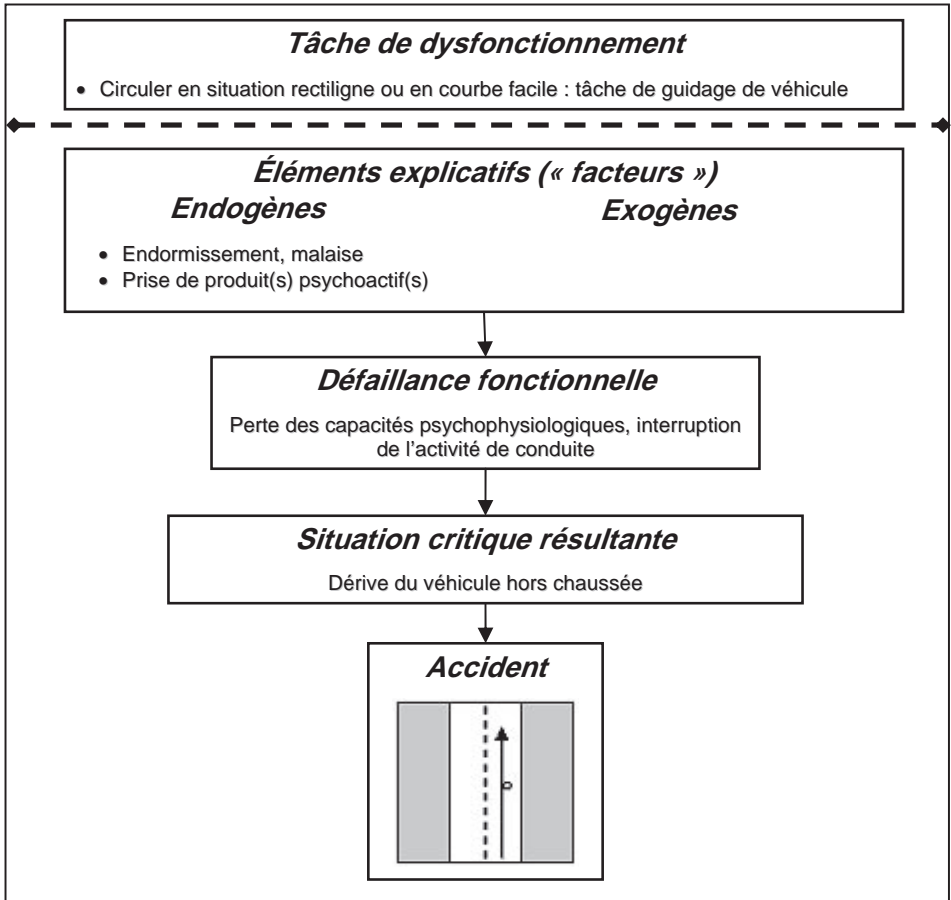
- Lemerrier, C., Moessinger, M., Chapon, A. (2006). Inattention. In Chapon, A., Gabaude, C., Fort, A. (avril 2006). *Contribution du groupe Attention au livre Blanc de Réseau, Eveil, Sommeil, Attention, Transport (RESAT)*, 40-42.
- Leveille, S.G., Buchner, D.M., Koepsell, T.D., McCloskey, L.W., Wolf, M.E., Wagner, E.H. (1994). Psychoactive medications and injurious motor vehicle collisions involving older drivers. *Epidemiology*, 5, 591-598.
- Liu, Y.-C., Wu, T.-J. (2009). Fatigued driver's driving behaviour and cognitive task performance: Effect of road environments and road environment changes. *Safety Sciences*, doi:10.1016/j.ssci.2008.11.009
- Logan, G.D. (1985a). Executive control of thought and action, *Acta psychological*, 60, 193-210.
- Logan, G.D. (1985b). Skill and automaticity: relation, implications and future directions. *Canadian Journal of Psychology*, 39, 367-386.
- Lyznicki, J.M., Doege, T.C., Davis, R.M., Williams, M.A. (1998). Sleepiness, driving and motor vehicle crashes. *JAMA*, 279, 1908-1913.
- Mackworth, N.H. (1950). *Researches in the measurement of human performance. MRC special report series n° 268*, London: H.M. stationary office.
- Mackworth, N.H. (1957). Some factors affecting vigilance. *Advancement of Science*, 53, 389-393.
- Mangun, G.R., Buonocore, M.H., Girelli, M., Jha, A.P. (1998). ERP and fMRI measures of visual spatial selective attention. *Human Brain Mapping*, 6(5-6), 383-9.
- Matthews, G., Desmond, P.A. (2002). Task-induced fatigue states and simulated driving performance. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55A (2), 659-686.
- Mcbain, W.N. (1970). Arousal, Monotony and Accidents in 'Line Driving'. *Journal of Applied Psychology*, 54, 509-519.
- McCartt, A., Ribner, S.A., Pack, A.I., Hammer, M.C. (1996). The scope and nature of the drowsy driving problem in New York state. *Accident Analysis and Prevention*, 28(4), 511-17.
- Moessinger, M., Chapon, A. (2006). Dans Chapon, A., Gabaude, C., Fort, A. *Défauts d'attention et conduite automobile. État de l'art et nouvelles orientations pour la recherche dans les transports. Synthèse INRETS n° 52*, 11-14.
- Mourant, R.R., Donohue, R.J. (1977). Acquisition of indirect vision information by novice, experienced, and mature drivers. *Journal of Safety Research*, 9(1), 39-46.
- National Sleep Foundation (1997). *Survey: sleepiness in America*.
- Neutel, C.I. (1995). Risk of traffic accident injury after a prescription for a benzodiazepine. *Annals of Epidemiology*, 5, 239-244.

- Posner, M.I. (2008). Measuring alertness. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1129:193-9. Review.
- Pottier, A. (2000). *Sources d'information internes et externes à l'habitacle et distribution de l'attention en conduite automobile*. Rapport INRETS N° 231, 174 p.
- Ranney, T.A. (1994). Models of driving behaviour: a review of their evolution. *Accident analysis and prevention*, 26 (6), 733-750.
- Ranney, T.A., Harbluk, J.L., Noy, Y.I. (2005). Effects of voice technology on test track driving performance: implications for diver distraction. *Human Factors*, 47 (2), 439-54
- Rasmussen, J., Jensen, A. (1974). Mental procedures in real-life tasks: a case study of electronic trouble shooting, *Ergonomics*, 293–307.
- Rasmussen, J. (1983). Skillsn Rules and Knowledge; Signals, Signs and Symbols, and Other Distinctions in Human Performance Models. *IEEE Transactions on systems, Man and Cybernetics*, 13(3), 257-266.
- Ray, W.A., Fought, R.L., Decker, M.D. (1992). Psychoactive drugs and the risk of injurious motor vehicle crashes in elderly drivers. *American Journal of Epidemiology*, 136, 873-883.
- Reason, J.T. (1990). *L'erreur humaine*. Traduit par J.M. Hoc. Collection le Travail Humain. Paris : PUF
- Richard, J.F. (1980). *L'Attention*. Paris, PUF.
- Schneider, W., Schiffrin, R.M. (1977). Controlled and automatic processing: behavior, theory, and biological mechanisms. *Cognitive Sciences*. 27, 525-559.
- Stevens, A., Minton, R. (2001). In-vehicle distraction and fatal accidents in England and Wales. *Accident Analysis and Prevention*, 33, 539-545,
- Sturm, W., Willmes, K. (2001). On the functional neuroanatomy of intrinsic and phasic alertness. *Neuroimage*, 14, 76-84.
- Stutts, J.C., Reinfurt, D.W., Staplin, L., Rodgman, E.A. (2001). *The role of driver distraction in traffic crashes*. Report prepared for AAA Foundation for Traffic Safety, Washington, DC, 63 p.
- Stutts, J., Feaganes, J., Rodgman, E.A., Hamlett, C., Meadows, T., Reinfurt, D., Gish, K., Mercadante, M., Staplin, L. (2003). *Distractions in everyday driving*. AAA Foundation for Traffic Safety.
- Thiffault, P., Bergeron, J. (1997). Vigilance et conduite sur autoroute : différences interindividuelles et résistance à la monotonie. In : Proceedings of the 10th Canadian Multidisciplinary Conference on Road Safety. Toronto, pp. 454-464.
- Thiffault, P., Bergeron, J. (2003). Monotony of road environment and driver fatigue: a simulator study, *Accident Analysis and Prevention*, 35, 381-391.

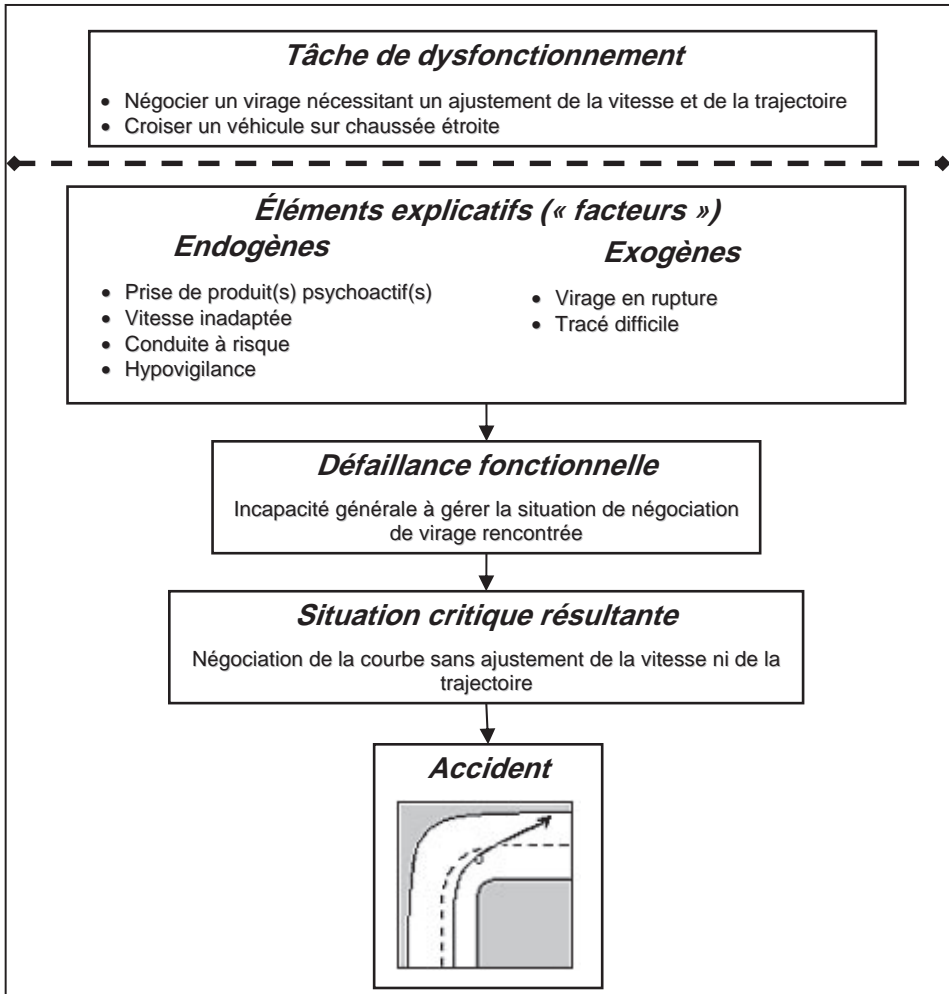
- Tourreau, A., Catilina, P., Montagne, D., Auzeau, J.L., Martin, O., Thevenot, B., Mouilhaud, J.P. (1997). La « fatigue » au volant. Un problème majeur de sécurité routière. *Le Concours Médical*, 119-133.
- Vakulin, A., Baulk, S.D., Catcheside, P.G., Anderson, R., van den Heuvel, C.J., Banks, S., McEvoy, R.D. (2007). Effects of moderate sleep deprivation and low-dose alcohol on driving simulator performance and perception in young men. *Sleep*, 30(10), 1327-33.
- Vallet, M. (1991). Les dispositifs de maintien de la vigilance des conducteurs de voitures. In INRETS (Eds), *Journées d'Étude : le Maintien de la vigilance dans les transports. Bron, 18 et 19 oct. 1990*. Lyon, France.
- Van Elslande, P. (2000). L'erreur humaine dans les scénarios d'accident : cause ou conséquence ? *Recherche Transports Sécurité*, 66, 7-33.
- Van Elslande, P. (2003). Erreurs de conduite et besoins d'aide : une approche accidentologique en ergonomie. *Le Travail Humain*, 66(3), 197-226.
- Van Elslande, P., Girard, Y., Delage, B., Parraud, C. (2004). L'entretien semi-directif dans les études détaillées d'accidents. Les notes de MA. INRETS, n° 04.12.001.
- Van Elslande, P., Alberton, L. (1997). When expectancies become certainties : a potential adverse effect of experience. In J.A. Rothengatter & E. Carbonell Vaya (Eds), *Traffic and Transport Psychology, Theory and Application*. Oxford: Pergamon Press.
- Van Elslande, P., Alberton, L., Nachtergaële, C., Blancher, G. (1997). *Scénario-types de production de « l'erreur humaine » dans l'accident de la route*. Rapport INRETS n° 218. 117 p.
- Van Elslande, P., Jaffard, M., Nussbaum, F., Fouquet, K., Fournier, J.Y. (2009). *Stupéfiants et accidents mortels de la circulation routière : Analyse accidentologique des défaillances de conduite sous influence de l'alcool et/ou cannabis*. Rapport de convention OFDT.
- Van Zomeren, A. H., Brouwer, W. H. (1994). *Clinical neuropsychology of attention*. New York: Oxford University Press.
- Verstraeten, E., Cluydts, R., Pevernagie, D., Hoffmann, G. (2004). Executive function in sleep apnea: controlling for attentional capacity in assessing executive attention. *Sleep*, 27(4): 685-93.
- Vink, M., Kahn, R.S., Raemaekers, M., Ramsey, N.F. (2005). Perceptual bias following visual target selection. *NeuroImage*, 25(4), 1168-74.
- Vital-Durand, F., Knoblauch, K. (2006). In Chapon, A., Gabaude, C., Fort, A. *Défauts d'attention et conduite automobile. État de l'art et nouvelles orientations pour la recherche dans les transports*. Synthèse INRETS n° 52, 14-17.
- Wertheim, A.H. (1991). Highway Hypnosis: A theoretical analysis. In A. G. Gale & al. (Eds). *Vision in vehicles – III*. North-Holland: Elsevier Science Publishers B. V., 467-472.

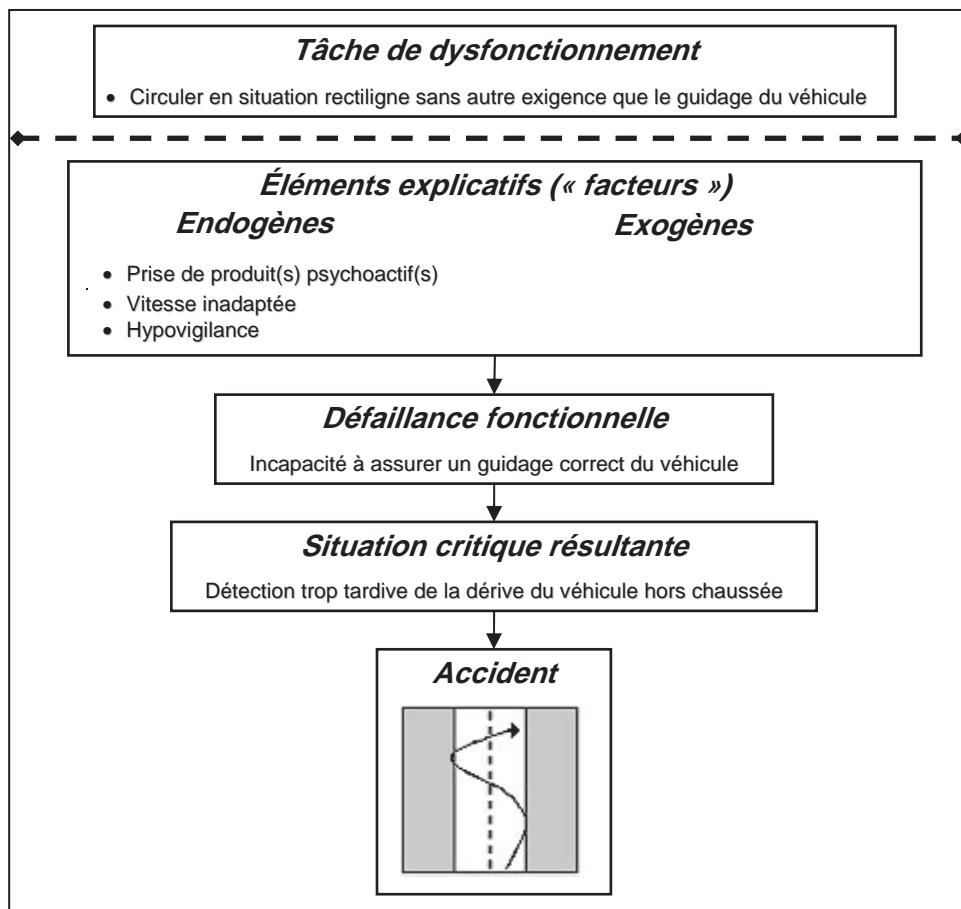
Annexes

Annexe 1 : scénario G1 « Perte des capacités à la suite d'un endormissement ou d'un malaise »

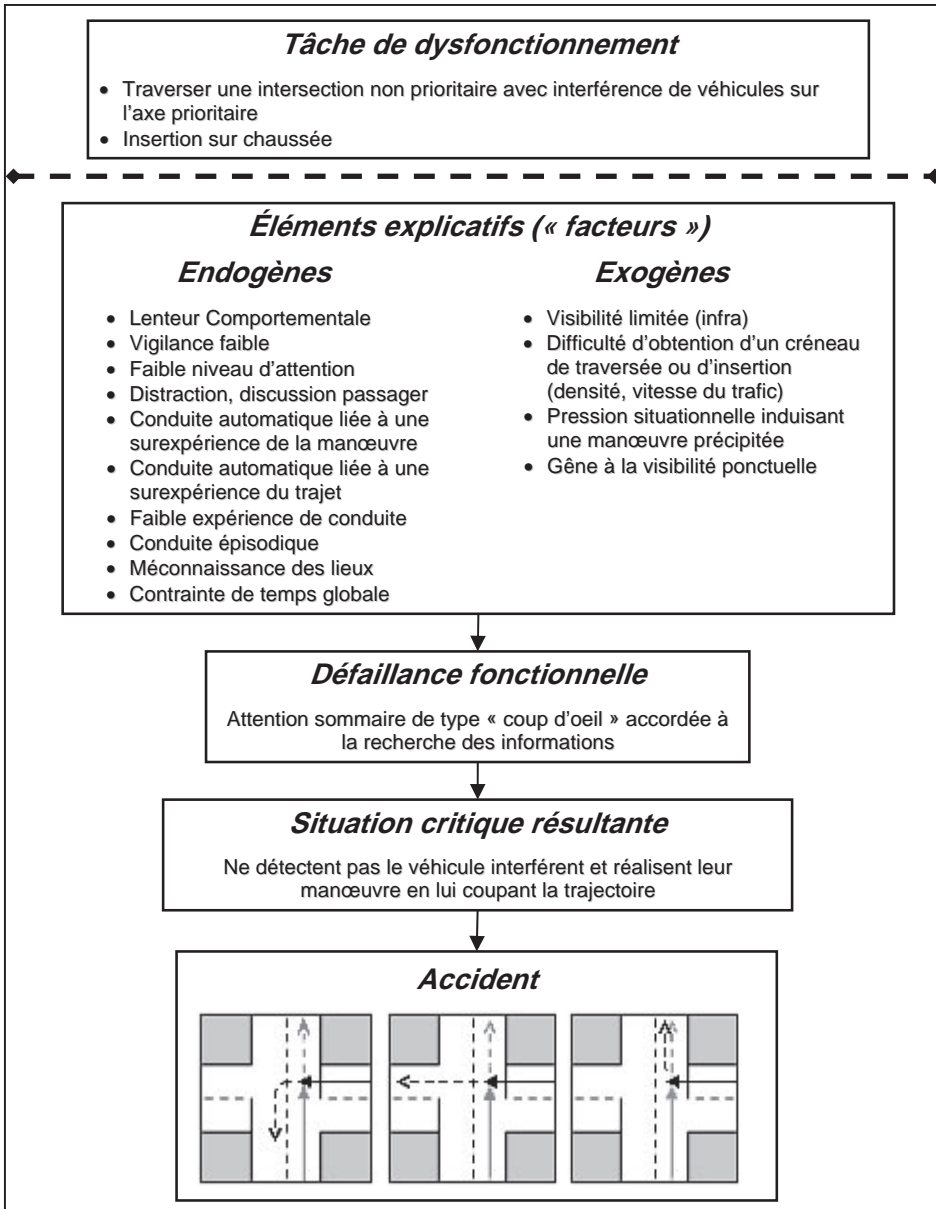


Annexe 2 : scénario G2 « Altération généralisée des capacités de négociation de trajectoire »

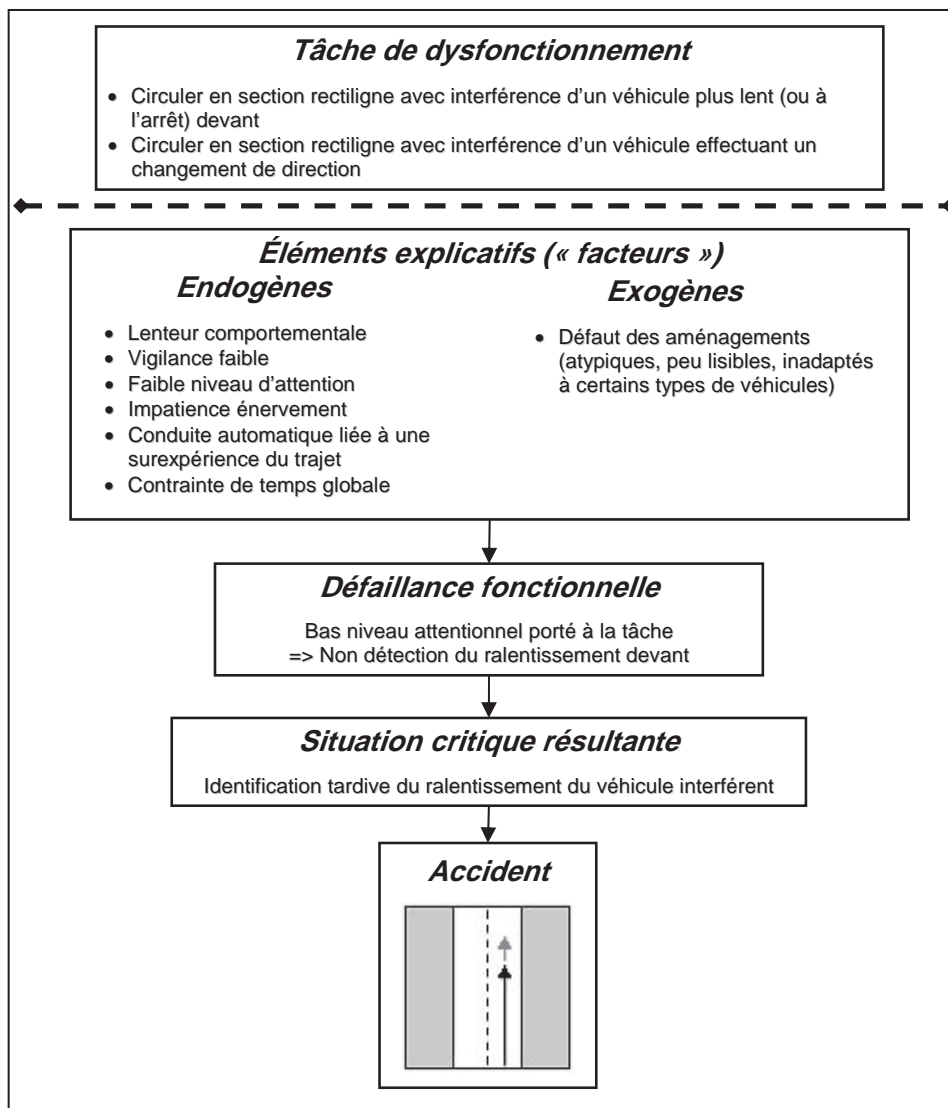


Annexe 3 : scénario G2 « Altération des capacités de guidage du véhicule »

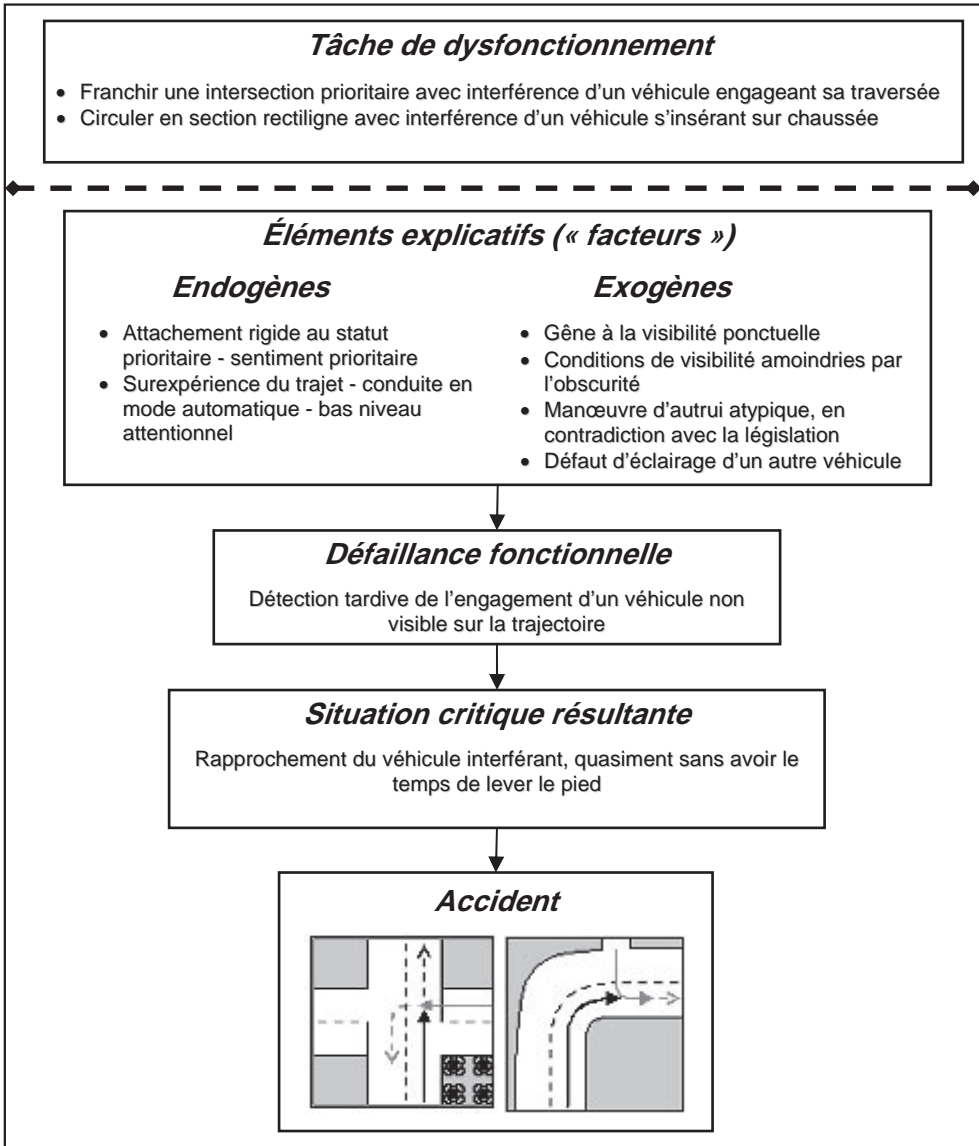
Annexe 4 : scénario P3b « Recherche sommaire d'information en traversée d'intersection »



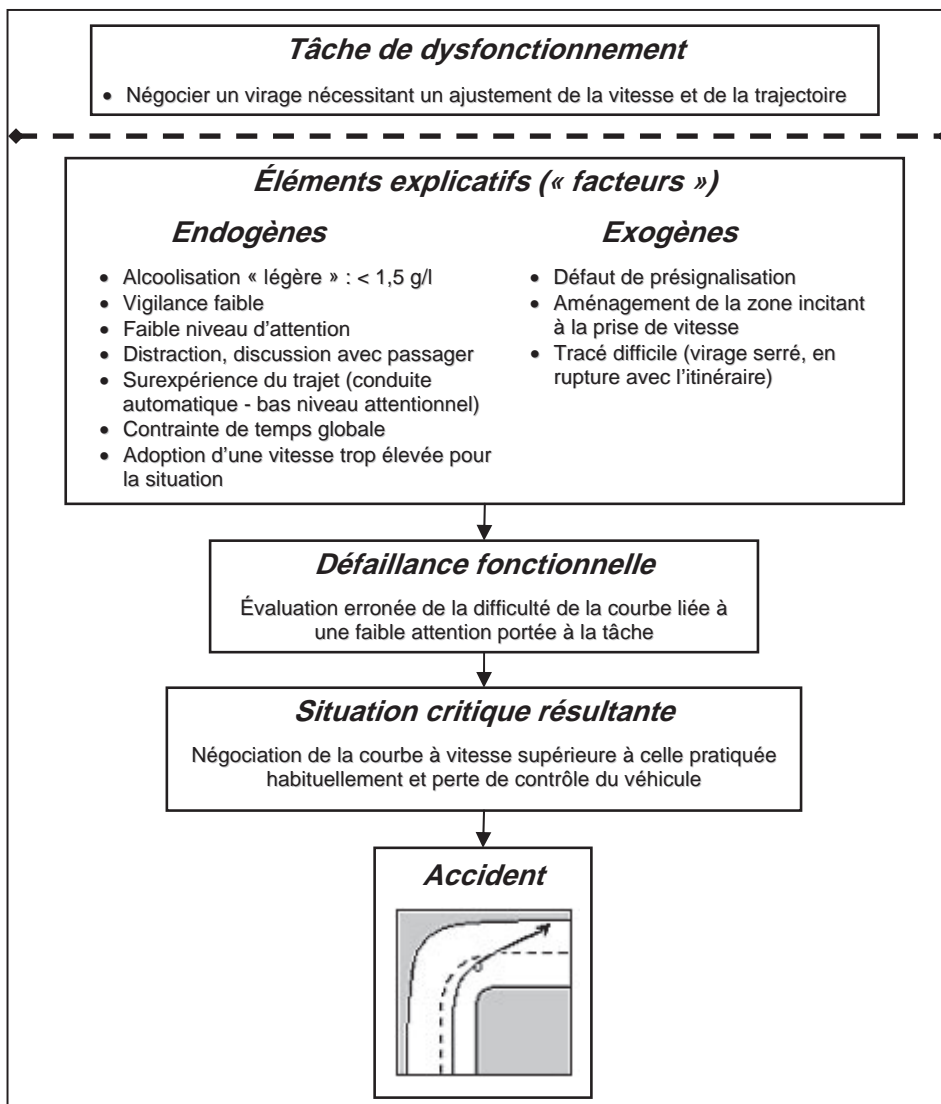
Annexe 5 : scénario P5a « Détection tardive du ralentissement d'un véhicule devant »



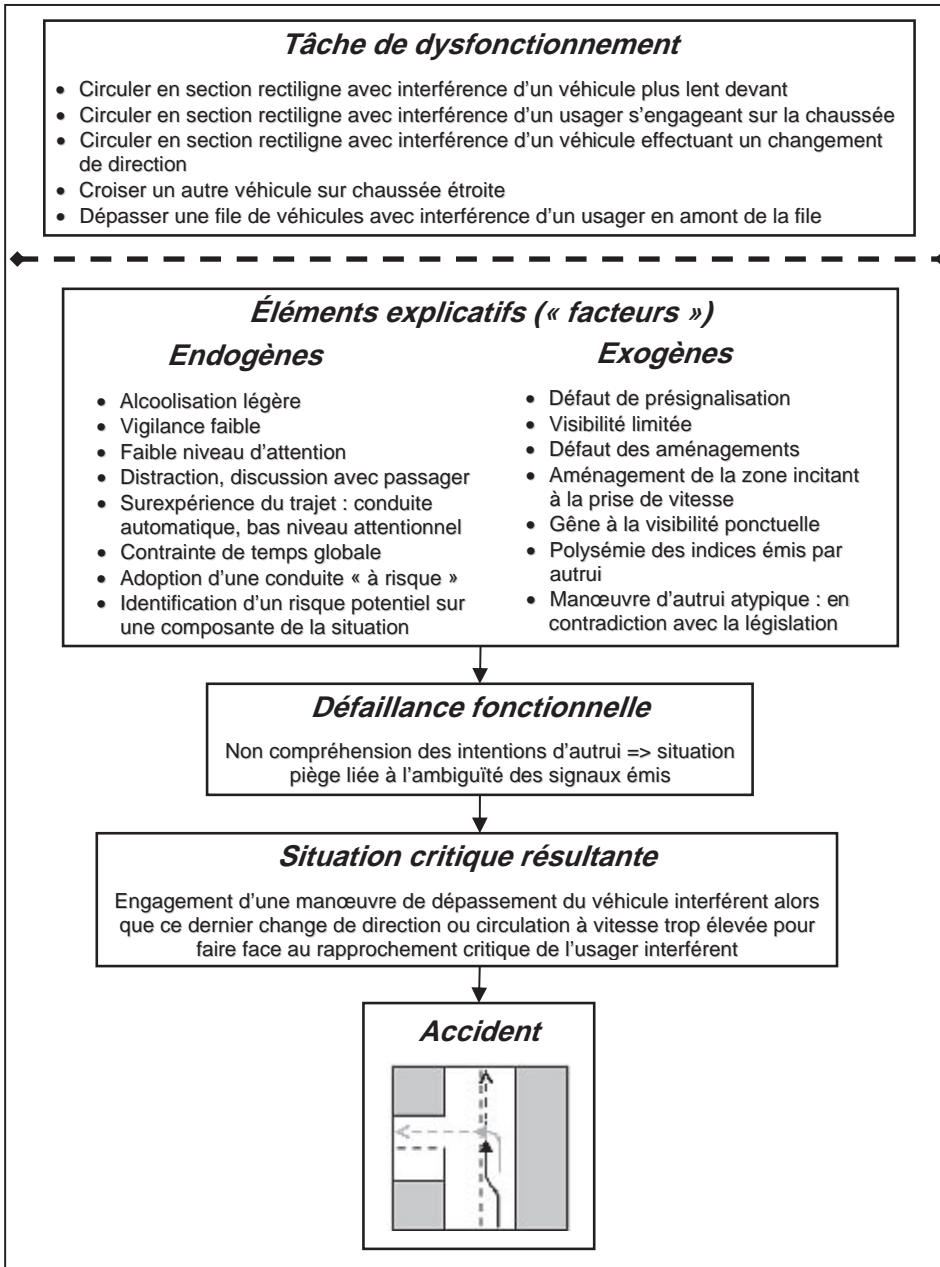
Annexe 6 : scénario P1d « Conducteur surpris par la manœuvre d'un véhicule non visible en approche »



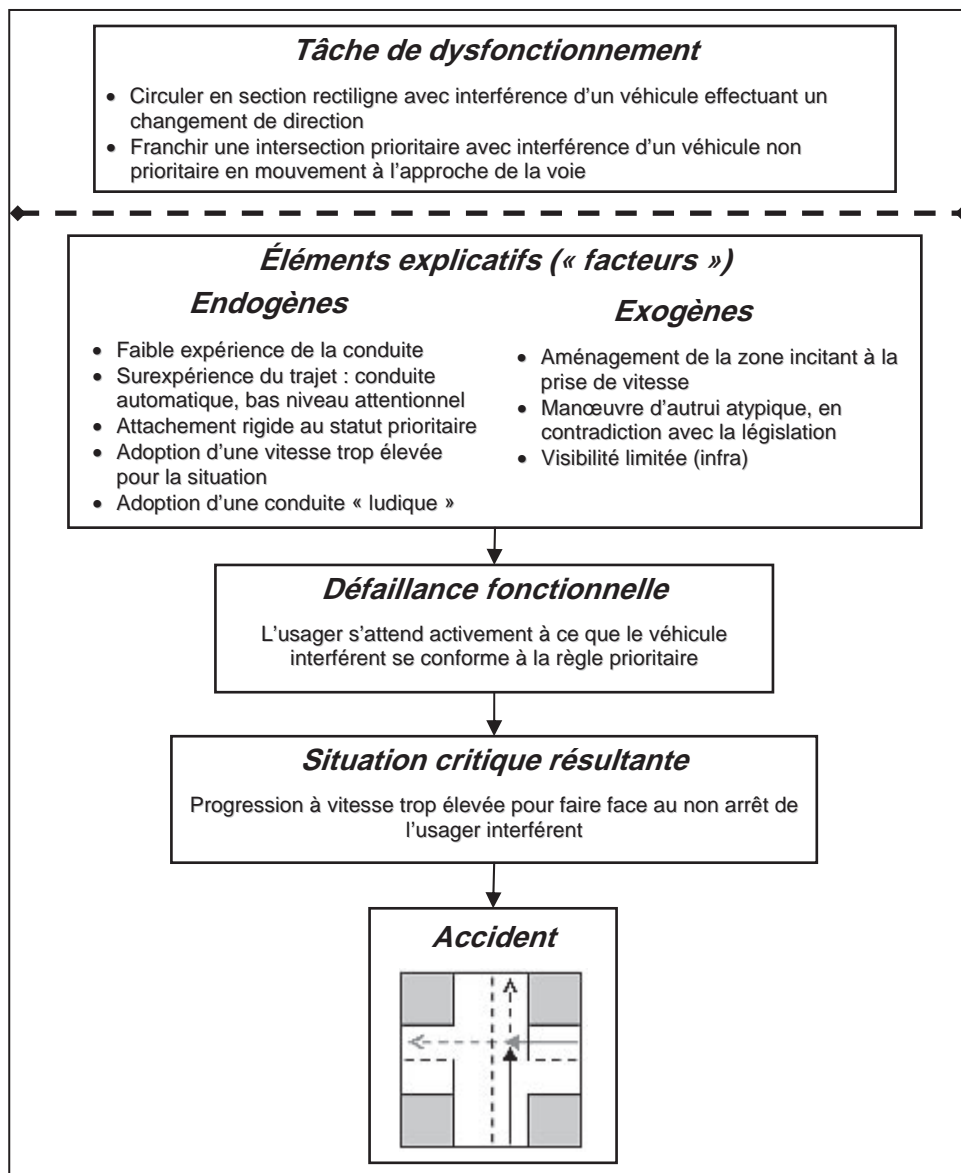
Annexe 7 : scénario T1b « Sous évaluation de la difficulté d'un virage pourtant connu »



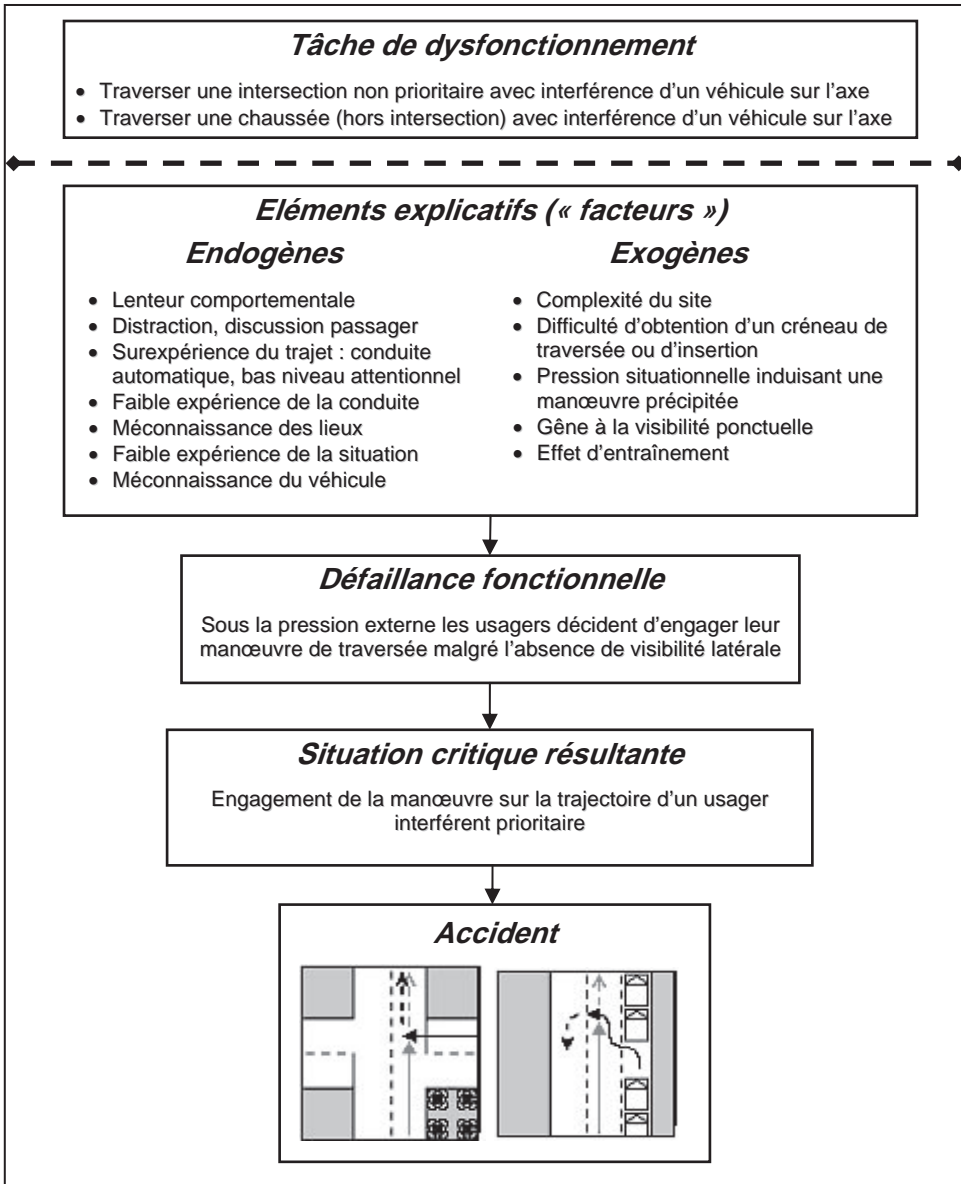
Annexe 8 : scénario T4b « Mauvaise compréhension de la manœuvre d'autrui liée à la polysémie des indices émis par l'autre »



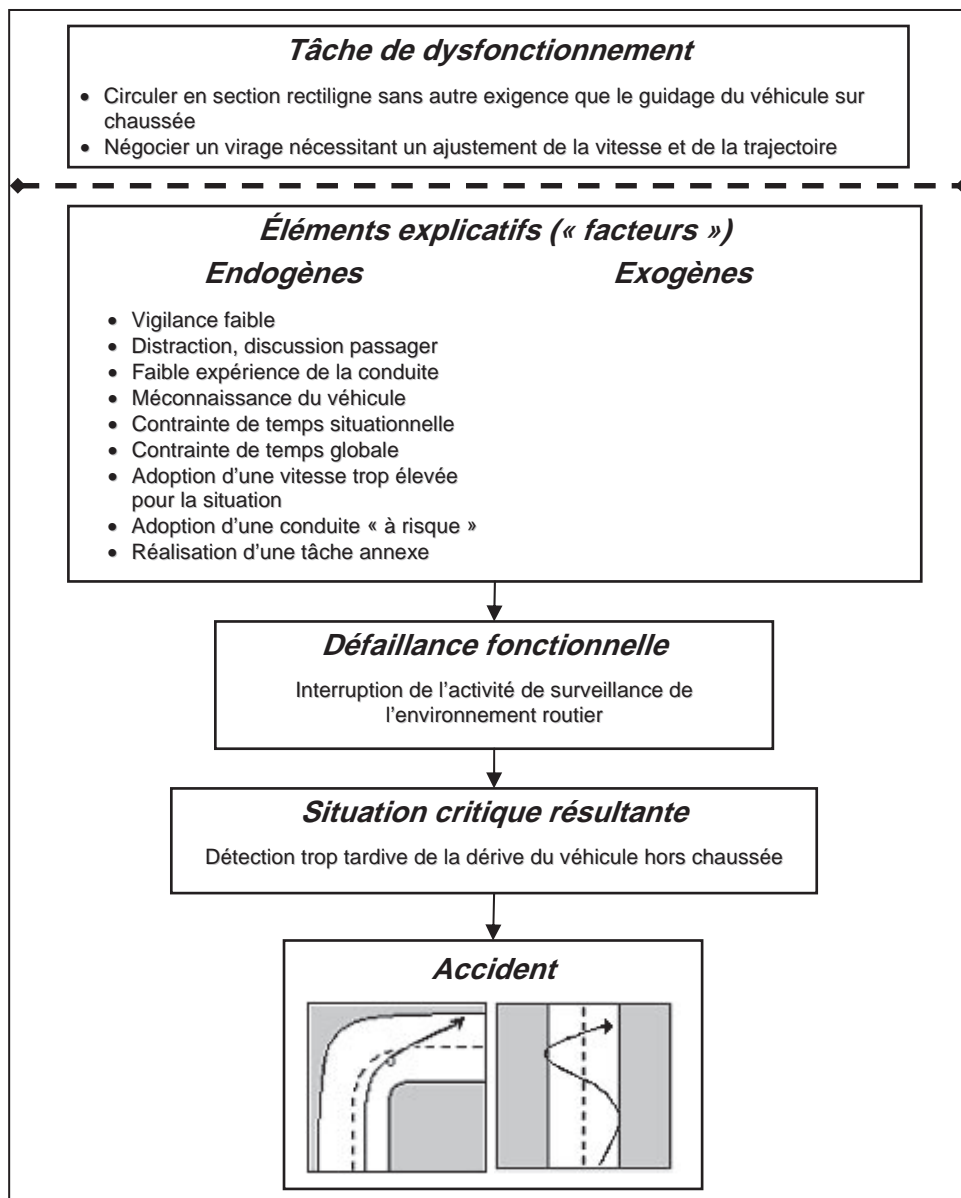
Annexe 9 : scénario T6b « Attente erronée de l'arrêt d'un véhicule non prioritaire en approche de l'intersection »



Annexe 10 : scénario D3B « Engagement d'une traversée d'intersection par effet d'entraînement »



Annexe 11 : scénario E2A « Interruption du guidage suite au détournement de l'attention vers une tâche annexe »



Fiche bibliographique

Unité de recherche Département Mécanismes d'accidents	Projet N°	Rapport INRETS N° 280
Titre De la vigilance à l'attention...		
Sous-titre Influence de l'état psychophysiologique et cognitif du conducteur dans les mécanismes d'accidents		Langue F
Auteur(s) Pierre VAN ELSLANDE, Magali JAFFARD, Katel FOUQUET, Jean-Yves FOURNIER		Rattachement ext.
Nom adresse financeur, co-éditeur Cette recherche a bénéficié en partie du soutien du Predit (Programme de Recherche et d'Innovation dans les Transports terrestres) dans le cadre du projet VIGA		N° contrat, conv.
		Date de publication Décembre 2009
Résumé <p>Les défauts de vigilance et d'attention sont fréquemment identifiés dans les accidents de la route. Mais si ces deux notions sont clairement distinguées en psychologie cognitive, l'impact des différents processus dans la genèse des accidents de la route est souvent confondu et traité de manière globale. Nous avons tenté ici de mettre en évidence les effets respectifs d'une dégradation de vigilance et d'une perturbation attentionnelle. Ce travail s'appuie complémentaiement sur les données de la littérature et sur les Etudes Détaillées d'Accidents réalisées à l'INRETS-MA. L'objectif de l'étude est d'identifier ce qui caractérise les accidents liés à un problème de vigilance et ceux liés à un problème d'attention, du point de vue de leurs contextes d'apparitions, des défaillances fonctionnelles correspondantes et des éléments explicatifs associés. Les résultats montrent que les problèmes de vigilance aboutissent dans une large majorité à des accidents de type perte de contrôle et que le facteur vigilance, dans la majorité des cas, suffit à expliquer la défaillance. D'un point de vue applicatif, cette analyse fait ressortir des groupes de personnes présentant de nombreux points communs sous l'angle de la sensibilité aux défauts de vigilance. C'est donc du côté de l'investigation des conditions d'émergence des problèmes de vigilance qu'une analyse plus fine renseignerait sur les moyens de prévention. Les problèmes d'attention sont plus complexes et font ressortir une large variété de configurations accidentelles, ainsi qu'un impact variable sur la défaillance selon le défaut attentionnel considéré. Alors que certains éléments attentionnels vont constituer un problème latent et être seulement contributifs dans l'accident, d'autres pourront avoir une influence plus directe et devenir déterminants de la défaillance de conduite. Les problèmes d'attention concernent tous types de conducteurs et sont fortement conditionnés par l'environnement et l'expérience de conduite. Des actions d'aménagement ou de formation sont ainsi à envisager pour limiter les perturbations attentionnelles au volant. Dans cette étude, les problèmes d'attention ont été traités dans leur ensemble afin de les distinguer des problèmes de vigilance. Mais les conclusions de ce rapport insistent également sur l'importance de les qualifier plus précisément afin d'envisager des solutions opérationnelles adaptées à leurs spécificités.</p>		
Mots clés vigilance, attention, accident, défaillance fonctionnelle, erreur humaine		
Nb de pages 134	Prix 15,24 euros	Bibliographie Oui

Publication data form

Research Unit Accidents Mechanisms Department	Projet N°	INRETS report N° 280
Title From vigilance to attention		
Subtitle Influence of the psychophysiological and cognitive state of the driver in accident mechanisms		Language F
Author(s) Pierre VAN ELSLANDE, Magali JAFFARD, Katel FOUQUET, Jean-Yves FOURNIER		Affiliation
Sponsor, co-editor, name and address This research was partly supported by Predit (Programme de Recherche et d'Innovation dans les Transports terrestres) in the frame of the VIGA project		Contract, conv. N°
		Publication date December 2009
Summary <p>Attention and vigilance are frequently identified in road accidents. But if these two notions are clearly distinguished in cognitive psychology, the impact of the various processes in road accident genesis is often confused and considered as a whole. We have tried here to highlight the respective effects of vigilance decrease and attention disturbance. This study is based upon both literature data and Detailed Accident Analysis. The aim is to find out which accident characteristics are linked to vigilance and to attention problem. We will consider for each problem their pre-accident situation, their corresponding functional failures and associated explanatory elements. Results show that vigilance problems end in a large majority of cases in accidents of loss of control type. Vigilance factor, in most cases, is sufficient to explain by itself the failure. In an applicative point of view, this analysis highlights different groups of persons who present the same sensibility to vigilance defaults. It is thus towards the investigation of the conditions of emergence of the problems of vigilance that a precise analysis would inform on the means of prevention. The problems of attention are more complex and highlight a wide variety of accidental configurations, as well as a variable impact on the failure according to the attentional defect considered. While certain attentional elements are going to constitute a latent problem and to be only contributory in the accident, the others can have a more direct influence and become determinant in the driving failure. Attention problems concern every kind of driver and are strongly conditioned by environment and driving experience. Thus, infrastructure improvements as well as training should be considered to limit attentional perturbations. In this survey, attention problem have been treated as a whole in order to distinguish them from vigilance problem. However, conclusions of this report also insist on the importance of qualifying them more precisely to find efficient solutions adapted to their specificities.</p>		
Key Words vigilance, attention, road accident, functional failure, human error		
Nb de pages 134	Prix 15,24 euros	Bibliographie Yes

Les perturbations de l'état vigile et attentionnel du conducteur ont une incidence reconnue en accidentologie. Cependant, dans le domaine de la sécurité routière, ces problèmes ont souvent tendance à être confondus et traités de manière trop générale. Il s'agit donc d'appréhender leurs différentes facettes et d'analyser précisément leur rôle respectif dans les mécanismes qui conduisent aux accidents de la route.

C'est ce que propose le présent ouvrage, par une exploitation de données détaillées d'accidents, selon un modèle d'analyse qui rend compte des conditions d'occurrence des défaillances fonctionnelles humaines.

Il ressort d'un regard d'ensemble que les défauts de vigilance et d'attention présentent des caractéristiques accidentologiques très différentes. Les problèmes qu'ils recouvrent sont complexes et doivent donc être étudiés dans leur complexité, sous peine de passer à côté des enjeux et des solutions opérationnelles. Les résultats remettent également en cause le bien-fondé de la dichotomie coutumièrement opérée entre « facteurs environnementaux » et « facteurs humains ». C'est, en effet, le plus souvent à l'intersection des variables humaines et contextuelles que les problèmes de vigilance et d'attention se révèlent.

*Pierre Van Elslande, directeur de recherche
à l'INRETS-département Mécanismes d'accidents (MA)*

*Magali Jaffard, chargée de recherche
à l'INRETS-MA*

*Katel Fouquet, ingénieur d'étude
à l'INRETS-MA*

*Jean-Yves Fournier, ingénieur d'étude
à l'INRETS-MA*

Rapport n° 280
Décembre 2009

15,24 €

