



## Introduction de scénarios d'accident dans les simulateurs de conduite — intérêt pour l'analyse du comportement des conducteurs

Catherine Berthelon et Christophe Perrin

**Résumé :** Les simulateurs de conduite reproduisent aujourd'hui des environnements de qualité tels que le comportement des conducteurs immergés dans ces systèmes est assez représentatif de ce que l'on peut attendre sur une route réelle. Cependant, les situations de conduite et d'accident et les scénarios qui sont introduits dans les simulateurs sont quelquefois trop approximatifs et peu réalistes. C'est la raison pour laquelle nous avons développé une méthodologie pour simuler des scénarios plus proches des situations réelles. Le concept de scénario utilisé dans une première étape concerne un groupe d'accidents présentant une similarité du point de vue de la chaîne des événements conduisant à l'accident (scénarios types). La méthode d'analyse utilisée pour grouper les accidents sous forme de scénarios types est basée sur une segmentation de leur progression. Un ensemble de scénarios a été introduit dans le simulateur de l'IFSTTAR de Salon de Provence, en implémentant leur déroulement spatio-temporel, à partir de données issues de cas réels d'accidents collectés dans le cadre du programme d'Études détaillées d'accidents (EDA) du laboratoire Mécanismes d'accidents (LMA). Ils ont été validés avant d'être soumis à différentes populations de conducteurs. Les aspects méthodologiques de cette procédure sont décrits et illustrés par la présentation d'un exemple. L'utilisation de ces scénarios dans des travaux de recherche antérieurs est présentée : par exemple pour l'étude des habiletés des conducteurs en fonction de l'expérience de conduite, ou les effets de l'alcool et ceux des médicaments sur le comportement de conduite.

**Mots-clés :** méthodologie, simulation de conduite, scénario d'accident, étude détaillée d'accidents

**Abstract:** *Introduction of accident scenarios in driving simulators — interest for the analysis of drivers' behaviour (a methodological note).* Simulators provide a fairly realistic reproduction of driving environments so that the behavior of drivers immersed in such systems is representative of what can be expected on the road. However, situations and scenarios which are introduced in these simulators are sometimes too approximately defined and not very realistic. We have thus developed a methodology to simulate accident scenarios. The scenario concept used concerns a group of accidents presenting similarities from the point of view of the chain of events leading to the collision. The method of analysis used to group accidents in the form of scenarios is based on a segmentation of their progression. A set of scenarios have been spatio-temporally implemented into the IFSTTAR simulator using data from real accidents collected in the French in-depth accident investigation program EDA from the Laboratory of Accident Mechanism Analysis. They have then been validated before being submitted to different populations of drivers. Methodological aspects of this procedure are described and past use of such scenarios is evoked: for example to study drivers' capacities as a function of driving experience, or the effects of alcohol and medicines.

**Keywords:** methodology, driving simulation, accident scenario, in-depth accident investigation

### 1. Introduction

Les simulateurs de conduite sont devenus peu à peu des outils indispensables à la compréhension et à l'analyse du comportement des conducteurs automobiles. Les investigations effectuées avec ce type d'outil ont un certain nombre d'avantages, comme

---

Affiliation des auteurs : IFSTTAR, TS2, LMA (Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux, département Transport, santé et sécurité ; laboratoire Mécanismes d'accidents), F-13300 Salon de Provence, France.

la reproductibilité des situations, le contrôle des paramètres expérimentaux et l'absence de risque réel puisque l'environnement dans lequel circule le « conducteur » est virtuel. Leur flexibilité permet d'autre part de tester des situations qui n'existent pas dans la réalité ou qui se produisent aléatoirement ou très rarement. L'utilisation de simulateurs de conduite pour étudier par exemple les effets du marquage au sol ou des signaux routiers, les créneaux acceptés pour traverser une intersection, les manœuvres de dépassement et les dangers du téléphone au volant s'est ainsi considérablement accru au fil du temps.

C'est ainsi une façon sécurisée d'exposer les conducteurs à des situations dangereuses et les simulateurs sont ainsi indispensables pour étudier des situations potentiellement accidentogènes bien que l'absence de risque, qui peut être considérée comme un avantage, pose un certain nombre de questions lorsque l'on étudie des situations objectivement risquées.

La validation des caractéristiques du simulateur est également essentielle avant toute interprétation des comportements qui y sont observés. Un premier niveau de validation ou « validation physique » est lié à la correspondance entre la dynamique du simulateur et celle de véhicules existants dans des environnements réels. Ce niveau présuppose que le modèle dynamique du simulateur correspond donc à celui d'un véhicule existant. Un autre niveau, ou niveau « comportemental », renvoie à la capacité du simulateur à induire des comportements de conduite identiques à ceux que l'on observerait dans une situation réelle (Jamson, 1999). La validité comportementale d'un simulateur peut toutefois n'être que relative. Par exemple, il a été démontré depuis de nombreuses années qu'à l'approche d'une courbe les profils de vitesse du conducteur sont similaires bien que les valeurs de vitesse elles-mêmes ne le soient pas, sur simulateur et sur route. Le simulateur provoque en effet l'adoption de vitesses plus élevées que la route (Godley et coll., 2002 ; Klee et coll., 1999). La classification d'intersections considérées comme dangereuses, obtenue expérimentalement, s'est également montrée corrélée avec les informations issues d'infrastructures réelles (Yan et coll., 2008).

L'approche présentée ici fait partie d'un champ de développement et de recherche pour l'introduction de scénarios d'accident réalistes dans les simulateurs de conduite. Le but est de présenter l'intérêt que revêt l'introduction de tels scénarios dans ces simulateurs. Une telle introduction a ainsi pour objectif de confronter différentes populations de conducteurs à des situations rarement rencontrées dans les situations naturelles.

En premier lieu, la méthodologie utilisée par les chercheurs de l'IFSTTAR pour répertorier des scénarios prototypiques d'accident sera présentée. En second lieu, la manière dont de tels scénarios sont implémentés, à partir de données détaillées issus d'accidents réels, avant d'être introduits dans les simulateurs sera développée. Enfin, nous évoquerons plusieurs travaux de recherche déjà effectués sur la base de cette méthodologie.

## **2. Méthodologie**

### **2.1. Scénarios d'accidents**

Au sens large, en matière de simulation, le terme de scénario renvoie à l'implémentation de situations dans lesquelles des événements se produisent dans le but de provoquer un comportement (Fisher et coll., 2002). Dans la littérature relative à la sécurité routière et développée par des chercheurs de l'IFSTTAR, le concept de scénario renvoie à une catégorie ou à un déroulement type d'accident. C'est en ce sens que nous utiliserons ce terme dans notre approche. Les scénarios reproduisent ainsi des combinaisons prototypiques de situations et d'infrastructures génératrices d'accidents. Ils correspondent à un groupe d'accidents présentant des similitudes du point de vue de la chaîne des événements qui ont abouti à la collision, autrement dit à des processus prototypiques d'accident. Le terme prototype est utilisé en référence à la psychologie cognitive pour souligner le fait que les scénarios d'accident sont des constructions abstraites qui rendent compte des traits principaux d'un ensemble d'accidents présentant des similarités, et non pas un processus particulier à chacun

d'entre eux. Généralement, les accidents d'un tel ensemble n'ont pas un processus identique au prototype mais sont plus ou moins ressemblants (Fleury et Brenac, 2001; Brenac et coll., 2003).

La procédure utilisée pour élaborer les scénarios prototypiques a été largement décrite par ses initiateurs (Fleury et Brenac, 2001), nous n'en rappellerons donc que les étapes principales. Des échantillons représentatifs des accidents corporels pour lesquels des rapports de police ont été recueillis sont utilisés. Ces rapports sont complétés, dans la mesure du possible, par une collection de cartes et des photographies des lieux de l'accident (Clabaux et Brenac, 2010). L'accident est alors considéré comme une série de phases ou de séquences qui sont liées chronologiquement et causalement. La méthode d'analyse séquentielle des accidents utilisée est le résultat de travaux d'enquêtes approfondies sur des cas effectuées dans le cadre des Études détaillées d'accidents (EDA) réalisées au laboratoire Mécanismes d'accidents de l'IFSTTAR. Elle a été ensuite adaptée à l'étude des rapports de police et au contexte du diagnostic de sécurité (Brenac, 1997). Cette méthode séquentielle tient compte de l'évolution spatio-temporelle de la situation ainsi que des interactions entre les différentes parties concernées. L'élaboration des scénarios prototypiques repose sur le regroupement des cas d'accidents dont les déroulements, décrits au moyen de l'analyse séquentielle, présentent une ressemblance globale, puis sur l'identification, pour chaque groupe de cas, d'un déroulement type ou scénario type (scénario prototypique). Du fait notamment de l'application possible de cette démarche à des données d'accident établies par la police, il est possible d'extraire des scénarios prototypiques d'accidents sur des échantillons représentatifs au niveau national et de déterminer les facteurs jouant un rôle dans les accidents.

Les chercheurs du laboratoire Mécanismes d'accident de IFSTTAR ont ainsi répertorié un certain nombre de scénarios d'accidents (Brenac et coll., 2003 ; Clabaux et Brenac, 2010 ; Brenac et Fleury, 1999 ; Brenac et coll., 2006). Sur la base de ce travail, une sélection de scénarios prototypiques peut être faite en vue de leur intégration dans les simulateurs de conduite. Afin de les mettre en œuvre spatio-temporellement avec précision, des données réelles d'accident doivent leur être associées. Ces données sont disponibles dans la base de données EDA de l'IFSTTAR.

## **2.2. Études détaillées d'accidents (EDA)**

L'objectif des EDA effectuées à l'IFSTTAR sur le site de Salon de Provence est d'améliorer la compréhension des mécanismes producteurs d'accidents et les processus de dysfonctionnement du système routier. Des données très détaillées, obtenues sur le site de l'accident sont utilisées pour reconstruire et décrire ces processus, pour en expliquer la chaîne de causalité et pour identifier les facteurs qui, parmi les caractéristiques des usagers, des véhicules et des infrastructures, pourraient constituer des cibles pour les actions de prévention.

Les EDA sont basées sur :

- une approche système (interactions entre usagers, outils de déplacement et infrastructures),
- un modèle d'analyse (découpage en phases du processus d'accident),
- un modèle cinématique (reconstruction et configuration de la dynamique spatiale et temporelle de l'accident),
- un modèle opérationnel de l'opérateur humain (système de traitement de l'information).

Ces modèles guident la collecte des données par l'équipe d'enquêteurs (un psychologue et un technicien) ainsi que leur traitement et leur interprétation. La stratégie des EDA est basée sur la collecte d'un maximum de données portant sur le processus même de l'accident. Les investigations couvrent les trois composantes du système : le conducteur, le véhicule et

l'infrastructure (Girard, 1993). Les informations sur les lésions corporelles et les blessures sont également recueillies.

L'objectif principal est d'identifier les mécanismes à l'origine de l'accident et le rôle des trois composantes du système dans la production de la situation de dysfonctionnement. Après traitement, le cas d'accident est archivé sous forme électronique. Chaque cas d'EDA contient ainsi les circonstances, les caractéristiques spatio-temporelles des trajectoires et les conditions environnementales du processus d'accident. Ces données peuvent ainsi être utilisées pour implémenter les scénarios prototypiques d'accident qui sont introduits dans les simulateurs de conduite.

### **2.3. Exemple : exploitation et implémentation d'un scénario prototypique**

#### *Description du scénario prototypique*

Le scénario présenté ici est issu du travail de Clabaux et Brenac (2010 ; scénario prototypique numéro 35, p. 234). Dans la mesure où nous centrons notre intérêt sur les caractéristiques générales "espace/temps", la description de ce scénario est présentée sommairement sans entrer dans la description des facteurs et processus d'accident identifiés.

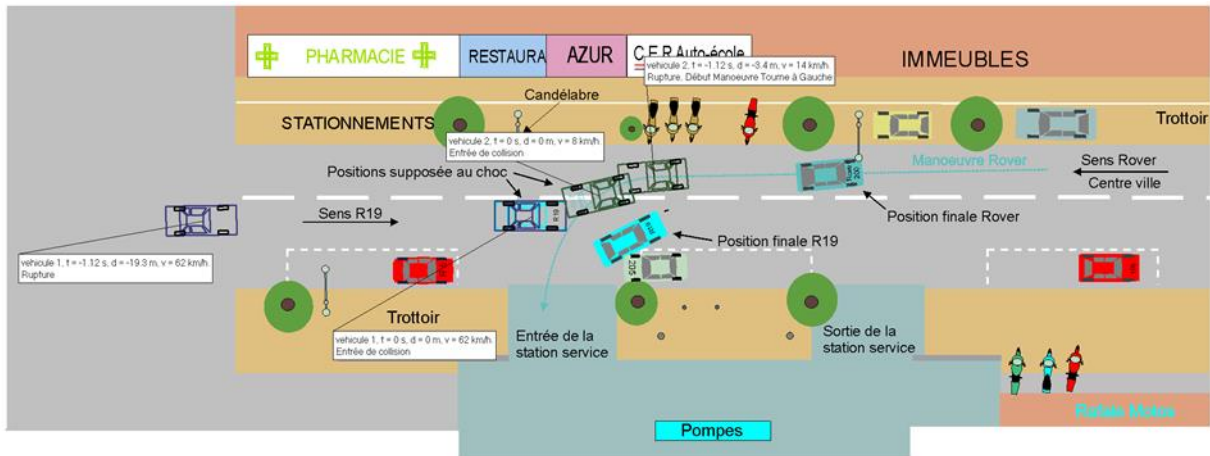
Un conducteur circule sur une voie urbaine prioritaire, généralement à vitesse élevée (parfois plus élevée que la vitesse autorisée par la réglementation). Un autre conducteur venant d'une autre route, d'un accès latéral ou arrivant de la direction opposée, est sur le point d'entreprendre une manœuvre non prioritaire (traversée de la route prioritaire ou traversée de la voie réservée à la circulation venant en sens inverse). Ce conducteur a vu l'autre véhicule mais considère qu'il a assez de temps pour effectuer sa manœuvre avant que celui n'arrive à son niveau, ce qui n'est pas le cas. Seul le conducteur prioritaire entreprend une manœuvre de freinage d'urgence mais il ne peut éviter la collision.

#### *Cas d'accident réel représentatif de ce scénario et issu des Études détaillées d'accidents*

Pendant une journée au temps clair, un conducteur circule sur une infrastructure urbaine rectiligne avec deux voies de circulation bordées de trottoirs. Des véhicules sont garés sur le côté droit de la chaussée et sur le trottoir de gauche. La visibilité de face est bonne. Un autre véhicule arrive en sens inverse, dont le conducteur veut faire le plein d'essence à une station située sur la gauche de son sens de circulation. À la vue de la station d'essence, ce conducteur tourne à gauche, coupant la trajectoire du véhicule 1 qui arrive face à lui. La chaussée fait 8 m de large, mais seuls 6 m sont attribués à la circulation à cause de la présence de places de parking. Dans la reconstruction des circonstances de cet accident, il apparaît qu'aucun des conducteurs impliqués n'était vraiment attentif au comportement de l'autre.

Notre intérêt ici ne se porte pas sur les dysfonctionnements et erreurs de chaque conducteur, mais sur la reconstitution cinématique de la situation et sur la configuration des lieux d'accident. La reconstitution a été effectuée en plusieurs étapes.

Pour cet accident, la position finale de chaque véhicule, leurs déformations, les traces sur la chaussée ont permis, confrontées aux témoignages des impliqués, de déterminer de façon relativement précise le découpage temporel de l'accident selon quatre phases, soit la situation normale de conduite, la situation d'accident, la situation d'urgence et la situation de collision. La situation d'accident correspond au moment où un événement crée une rupture dans la situation normale de conduite. Pour cet exemple, c'est le véhicule 2 (Rover) qui, en commençant sa manœuvre pour tourner à gauche vers la station-service, provoque la situation d'urgence. Cette manœuvre intervient 1,1 s avant le choc. Le positionnement des deux véhicules dans l'espace-temps indique que, étant données les vitesses pratiquées, l'accident ne peut être évité par le véhicule 1 (R19). En effet, quand le véhicule 2 commence à couper la voie du véhicule 1, ce dernier circule encore à une vitesse de 60 km/h et si l'on considère que 0,8 s est un temps de réaction moyen, même un freinage puissant ne lui aurait pas permis d'arrêter son véhicule avant le choc (tableau 1 et figure 1).



**Figure 1.** Reconstitution cinématique d'un accident réel

**Tableau 1.** Distance au point de choc et vitesse des véhicules en fonction de la situation

	Véhicule 1 (R19)	Véhicule 2 (Rover)	Temps avant choc
Situation de conduite	Distance = -33 m Vitesse = 62 km/h	Distance = -7 m Vitesse = 18 km/h	-1,9 s
Situation d'accident	Distance = -19 m Vitesse = 62 km/h	Commence à couper la voie de 1 Distance = -3,4 m Vitesse = 14 km/h	-1,1 s
Situation d'urgence	Aucune manœuvre	Aucune manœuvre	
Situation de collision	Distance = 0 m Vitesse = 62 km/h	Distance = 0 m Vitesse = 8 km/h	0,0 s

### *Adaptation du scénario pour l'introduction dans le simulateur*

L'objectif étant d'inclure des situations difficiles dans les simulateurs, et non des situations provoquant systématiquement des accidents<sup>1</sup>, les valeurs obtenues lors de la reconstitution de cet accident doivent être adaptées afin d'obtenir une situation telle que les conducteurs du simulateur puissent adopter des stratégies d'évitement face à cette situation difficile.

Le conducteur du simulateur correspondra au véhicule 1, c'est à dire au conducteur qui est confronté à une situation inattendue et qui doit réagir en conséquence. Pour les calculs des valeurs à introduire dans le simulateur, un comportement de référence théorique du conducteur du véhicule 1 est établi. De façon à rester conforme à la réglementation lors d'une conduite en milieu urbain, sa vitesse sera de 50 km/h. Par ailleurs son temps de réponse moyen sera fixé à 0,8 s. Les capacités de freinage de son véhicule seront fixées à une valeur moyenne de  $-8 \text{ m/s}^2$ , ce qui donne approximativement 25 m à son véhicule pour s'arrêter complètement avant d'atteindre le point de collision. La cinématique correspondant à l'accident réel est donc modifiée de telle manière que le comportement de référence du conducteur du simulateur (véhicule 1) corresponde à une apparition de l'obstacle (le véhicule 2 qui coupe sa voie de circulation) lorsqu'il est à 25 m du point de collision potentiel (tableau 2).

1. L'objectif est en effet d'obtenir expérimentalement des réponses comportementales qui puissent conduire à des succès ou des échecs, et de permettre ainsi d'étudier l'influence de facteurs favorisant l'évitement de l'accident ou augmentant au contraire le risque d'accident.

Pour un tel comportement de référence du véhicule 1 (vitesse de 50 km/h, 0,8 s de temps de réponse), le véhicule 2 circule à une vitesse de 32 km/h lorsqu'il est à 6,8 s du point d'impact identifié par la reconstitution de l'accident réel, il ralentit ensuite pour atteindre une vitesse de 2 km/h au moment où il commence à couper la voie du conducteur du simulateur, soit 2,5 s avant le point de collision identifié lors de la reconstitution de l'accident. Le véhicule 2 accélère ensuite en effectuant sa manœuvre pour tourner à gauche et il atteint une vitesse identique à celle identifiée par la reconstitution de l'accident réel au moment et à l'endroit du choc (8 km/h ; tableau 2). Dans la mesure où un conducteur du simulateur n'adopte pas forcément le comportement de référence théorique (vitesse réglementaire de 50 km/h) sur lequel se basent les calculs présentés ci-dessus, les logiciels de simulation sont adaptés pour que, lorsque le véhicule 2 (obstacle) coupe la trajectoire du conducteur, celui-ci se situe toujours à 25 m du point de choc potentiel.

**Tableau 2.** Comparaison entre l'accident réel utilisé et l'accident potentiel simulé à des fins expérimentales

ACCIDENT RÉEL			Temps	ACCIDENT POTENTIEL SIMULÉ		
Véhicule 1	Véhicule 2	Véhicule 1 (simulateur) [Comportement de référence]		Véhicule 2 (obstacle)		
Situation de conduite	Distance = -33 m Vitesse = 62 km/h	<i>Avant le lieu du tourne-à-gauche</i> Distance = -7 m Vitesse = 18 km/h	-6,8 s	Distance = -85 m Vitesse = 50 km/h	<i>Début du ralentissement</i> Distance = -23 m Vitesse = 32 km/h	Situation d'approche
			-2,5 s	<b>[Synchronisation des mouvements]</b> Distance = -25 m Vitesse = 50 km/h	<i>Début de l'accélération et tourne-à-gauche</i> Distance = -3,4 m Vitesse = 2 km/h	Situation d'accident
			-1,9 s	Distance = -12 m Vitesse = 50 km/h	Distance = -2,8 m Vitesse = 4 km/h	Situation d'urgence
			-1,7 s			
Situation d'accident	Distance = -19 m Vitesse = 62 km/h	<i>Début du tourne-à-gauche</i> Distance = -3,4 m Vitesse = 14 km/h	-1,1 s			
Situation d'urgence						
Situation de collision	Distance = 0 m Vitesse = 62 km/h	Distance = 0 m Vitesse = 8 km/h	0,0 s	Distance = 0 m Vitesse = 0 km/h	Distance = 0 m Vitesse = 8 km/h	« Collision »

Visuellement, nous obtenons l'image ci-dessous (figure 2) pour le conducteur du simulateur ; cette image correspond au passage de la phase d'approche (situation de conduite) à celle de la situation d'accident.



**Figure 2.** Simulation d'une situation d'accident

Cet exemple de scénario prototypique implémenté en utilisant des données d'un accident réel illustre les traitements qui ont été mis en œuvre pour un ensemble de scénarios construits avec la même méthode.

### 3. Utilisation passée et future de tels scénarios

De tels scénarios d'accident ont été utilisés pour tester l'effet de l'expérience de conduite sur l'habileté à réagir dans des situations difficiles (Berthelon et coll., 2008). Deux des quatre scénarios que nous avons testés ont clairement montré l'effet de l'expérience de conduite. Confrontés à un scénario de piéton traversant la chaussée de la droite vers la gauche, tous les participants freinaient dans des délais temporels équivalents devant l'urgence de la situation, mais seuls les conducteurs expérimentés combinaient le freinage avec une manœuvre d'évitement par la droite avant d'atteindre le niveau du piéton. Confrontés à un véhicule qui sortait de son emplacement de parking, les débutants mettaient plus de temps que les expérimentés pour lever le pied de la pédale d'accélérateur. Ce temps de réponse plus long, combiné à une vitesse plus élevée, provoquait un taux de collision plus élevé. Cela était donc probablement lié à leurs habiletés plus faibles que celle des expérimentés (Berthelon et coll., 2008 ; Underwood et coll., 2002). D'autres scénarios pourraient ainsi être inclus dans les simulateurs de conduite afin d'améliorer l'entraînement des conducteurs novices. Ceci leur permettrait d'être confrontés à des situations nouvelles, variées et potentiellement dangereuses, rarement rencontrées dans le cadre de la conduite naturelle.

Des scénarios d'accident ont également été utilisés pour tester les effets résiduels éventuels de différents hypnotiques sur la conduite. Ces hypnotiques avaient des durées d'élimination variables, les participants avaient de 55 à 65 ans (Meskali et coll., 2009). Les résultats montraient de faibles effets des molécules testées sur le comportement de conduite mais le nombre de collisions augmentait légèrement, notamment avec le zolpidem pourtant généralement associé à une absence d'effet résiduel sur le comportement de conduite de personnes plus jeunes (voir Vermeeren, 2004, pour une revue de littérature). Les tendances observées sous hypnotiques en milieu urbain avec des conducteurs de 55 à 65 ans sont toutefois cohérentes avec celles observées sous hypnotiques dans des situations monotones avec des participants du même âge (Bocca et coll., 2011). Les changements physiologiques qui apparaissent avec l'âge pourraient donc être associés avec une sensibilité différente à l'effet des médicaments hypnotiques.

Un autre champ de recherche dans lequel de tels scénarios ont été utilisés concerne l'effet de l'alcool sur le comportement de conduite (Meskali et coll., 2011). Nous avons pu noter une augmentation du nombre de collisions avec alcool bien que les temps de réponse soient constants. Seul un scénario urbain provoquait une modification des réactions des participants avec un taux d'alcoolémie dans le sang de 0,8 g/l. Dans ce cas l'appui sur la pédale de frein était plus rapide mais également plus puissant.

Dans la mesure où les accidents réels ont une origine multifactorielle, il est évident que peu de conducteurs entraient effectivement en collision dans les situations présentées en simulation. Toutefois, les résultats obtenus dans ces travaux apparaissaient discriminants et prometteurs.

### 4. Conclusions

Utiliser un simulateur de conduite est un moyen de confronter les conducteurs à des situations risquées sans qu'il n'y ait de risque réel. Toutefois, ces outils comportent des limites relatives à leur fidélité physique et comportementale (Espié et coll., 2005). Concernant la validité physique, c'est-à-dire l'accélération, le freinage et la réponse du volant, les caractéristiques de notre simulateur correspondent à celle d'un véhicule « moyen », et sont peu adaptées à l'étude des caractéristiques dynamiques des manœuvres d'urgence. Cela est d'ailleurs le cas de la plupart des simulateurs existants, même les plus sophistiqués.

C'est la raison pour laquelle nous nous sommes concentrés sur les aspects cognitifs de la tâche de conduite et sur le moment où les manœuvres d'urgence ont été engagées. Cela nous conduit à un second niveau de validité des simulateurs appelée la validité comportementale, qui correspond à sa capacité à provoquer une réponse du conducteur qui soit identique à celle observée dans des situations de conduite réelles. L'exploitation des données comportementales obtenues en enregistrant les réactions de conducteurs confrontés à des situations prototypiques d'accident a ainsi une certaine valeur écologique bien que celle-ci soit relative.

Nous avons observé que l'analyse du comportement des participants confrontés à ces situations difficiles permettait de mieux cibler les hypothèses concernant les mécanismes de dysfonctionnement démontrés par l'analyse des accidents et pourrait aider à la conception de simulateurs d'apprentissage. Dans cette perspective, le cadre méthodologique présenté ici contribue au développement et à la validation de nouvelles actions de prévention autour des composantes du système de circulation (entraînement du conducteur, infrastructures spécifiques, système d'aide à la conduite, etc.).

## Références

- Berthelon, C., Nachtergaële, C., Aillerie, I. (2008). Driving experience and simulation of accident scenarios. In: L. Dorn (ed.), *Driver Behaviour and Training, Vol III*. Aldershot: Ashgate, p. 277-290.
- Bocca, M.L., Marie, S., Lelong-Boulouard, V., Bertran, F., Couque, C., Desfemmes, T., Berthelon, C., Amato, J.N., Moessinger, M., Paillet-Loilier, M., Coquerel, A. (2011). Zolpidem and zopiclone impair similarly monotonous driving performance after a single nighttime intake in aged subjects. *Psychopharmacology* 214(3), 699-706.
- Brenac, T., Clabaux, N., Perrin, C., Van Elslande, P. (2006). Motorcyclist conspicuity-related accidents in urban areas: a speed problem? *Advances in Transportation Studies, an International Journal* 8, 23-29.
- Brenac, T., Fleury, D. (1999). Le concept de scénario type d'accident de la circulation et ses applications. *Recherche Transports Sécurité* 33, 63-76.
- Brenac, T., Nachtergaële, C., Reigner, H. (2003). *Scénarios types d'accidents impliquant des piétons et éléments pour leur prévention*. Rapport n° 256. Arcueil : Les Collections de l'INRETS.
- Brenac, T. (1997). *L'analyse séquentielle de l'accident de la route (méthode INRETS). Comment la mettre en pratique dans les diagnostics de sécurité routière ?* Rapport INRETS, Outils et Méthodes, n° 3. Arcueil : INRETS.
- Clabaux, N., Brenac, T. (2010). *Scénarios types d'accidents urbains n'impliquant pas de piétons, et perspectives pour leur prévention*. Recherches. Bron : Les collections de l'INRETS.
- Espié, S., Gauriat, P., Duraz, M. (2005). Driving simulators validation: the issue of transferability of results acquired on simulator. *Proceedings of the Driving Simulation Conference North-America (DSC-NA 2005)*, Orlando, USA, p. 149-156.
- Ferrandez, F., Brenac, T., Girard, Y., Lechner, D., Jourdan, J.-L., Michel, J.-E., Nachtergaële, C. (1995). *L'étude détaillée d'accidents orientée vers la sécurité primaire, méthodologie de recueil et de pré-analyse*. Paris : Presses de l'École nationale des ponts et chaussées.
- Fisher, D.S., Laurie, N.E., Glaser, R., Connerney, K., Pollatsek, A., Duffy, S.A., Brock, J. (2002). Use of a fixed-base driving simulator to evaluate the effects of experience and PC-based risk awareness training on drivers' decisions. *Human Factors* 44, 287-302.
- Fleury, D., Brenac, T. (2001). Accident prototypical scenarios, a tool for road safety research and diagnostic studies. *Accident Analysis and Prevention* 33(2), 267-276.
- Girard, Y. (1993). In-depth investigation of accidents: the experience of INRETS at Salon-de-Provence. *International Congress on Safety Evaluation of Traffic Systems, Traffic Conflicts and other Measures*. ICTC Congress, Salzburg, October 1993.
- Godley, S.T., Triggs, T.J., Fildes, B.N. (2002). Driving simulator validation for speed research. *Accident Analysis and Prevention* 34(5), 589-600.
- Jamson, A. (1999). Curve negotiation in the Leeds Driving Simulator: the role of driver experience. *Engineering in Psychology and Cognitive Ergonomics* 3, 351-358.
- Klee, H., Bauer, C., Radwan, E., Al-Deek, H. (1999). Preliminary validation of driving simulator based on forward speed. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1689, 33-39.
- Meskali, M., Berthelon, C., Marie, S., Denise, P., Bocca, M.-L. (2009). Residual effects of hypnotics drugs in aging drivers submitted to simulated scenarios of accidents: an exploratory study. *Psychopharmacology* 207(3), 461-467.



- Meskali, M., Hirt, S., Aillerie, I., Gineyt, G., Louveton, N., Berthelon, C. (2011). Effect of moderated doses of alcohol on behavior of drivers confronted to simulated scenarios of accident. *Advances in Transportation Studies, an International Journal* 25, 91-96.
- Underwood, G., Chapman, P., Bowden, K., Crundall, D. (2002). Visual search while driving: skill and awareness during inspection of the scene. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 5(2), 87-97.
- Vermeeren, A. (2004). Residual effects of hypnotics. *CNS drugs* 18(5), 297-328.
- Yan, X., Abdel-Aty, M., Radwan, E., Wang, X., Praveen, C. (2008). Validating a driving simulator using surrogate safety measures. *Accident Analysis and Prevention* 40(1), 274-288.