



HAL
open science

**Risque routiers (11K063). Méthodes d'évaluation du
risque routier lié aux caractéristiques des infrastructures
- rapport de clôture de l'opération Risques Routiers
(11K063)**

Lionel Patte, Sébastien Glaser

► **To cite this version:**

Lionel Patte, Sébastien Glaser. Risque routiers (11K063). Méthodes d'évaluation du risque routier lié aux caractéristiques des infrastructures - rapport de clôture de l'opération Risques Routiers (11K063). [Rapport de recherche] IFSTTAR - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux. 2010, 95 p. hal-01764448

HAL Id: hal-01764448

<https://hal.science/hal-01764448>

Submitted on 12 Apr 2018

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

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

Rapport

CETE
Méditerranée

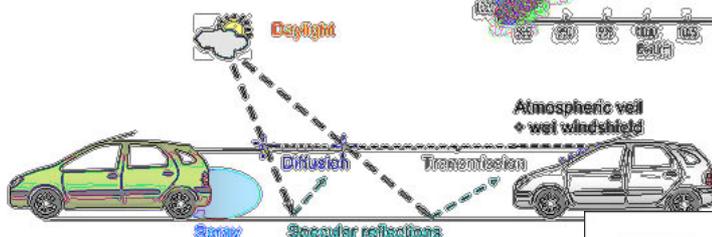
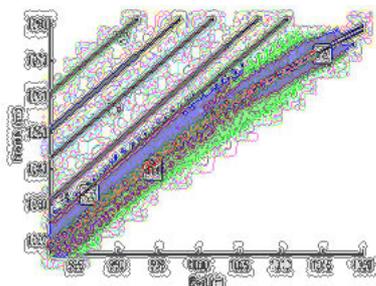
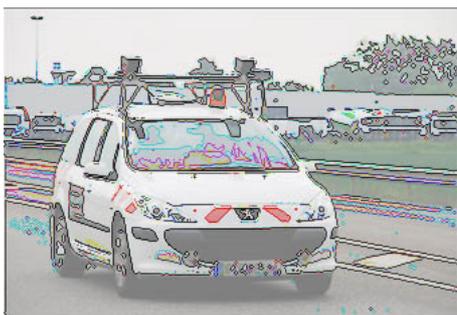
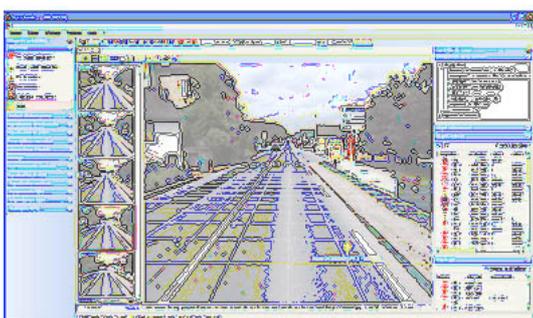
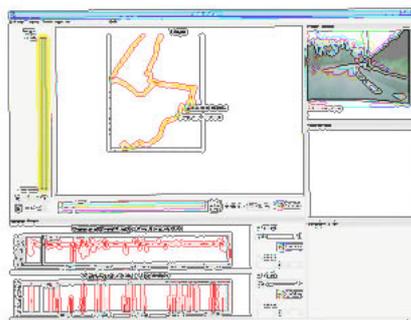
LIVIC

Août 2010

Risques routiers (11K063)

Méthodes d'évaluation du risque routier lié aux caractéristiques des infrastructures

Rapport de clôture de l'opération



Ressources, territoires et habitats
Énergie et climat
Prévention des risques
Développement durable
Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir



Ministère
de l'Écologie, de l'Énergie,
du Développement durable
et de l'Aménagement
du territoire

Risques routiers (11K063)

Méthodes d'évaluation du risque routier lié aux caractéristiques des infrastructures

Rapport de clôture de l'opération [V2.0]

date : Août 2010 (version modifiée du rapport daté de décembre 2009)

auteur : Lionel PATTE, CETE méditerranée / DCEDI – Sébastien GLASER, LIVIC (INRETS/LCPC)

responsable de l'étude : *ditto*

participants : cf. chap .2

sous-traitants : Néant

résumé de l'étude : Ce document constitue le rapport de clôture de l'opération de recherche « Risques routiers » du LCPC qui s'est déroulée de 2006 à 2009. Le contenu du rapport est conforme au MAQ Recherche. Il rappelle d'abord les objectifs de l'opération, identifie les unités participantes et les partenaires de l'opération, présente une synthèse du budget de l'opération sur l'ensemble de sa durée. Les principaux résultats et les produits ou productions sont ensuite présentés pour chacun des 4 sujets constituant l'opération. Des éléments de prospective sont enfin identifiés. Des fiches établies pour chacun des produits/production de l'opération est annexée au présent rapport.

zone géographique : sans objet

nombre de pages : 95

maître d'ouvrage : LCPC / direction technique exploitation et sécurité routières (ML Gallenne)

référence : 11K063

Table des matières

1 Présentation.....	5
1.1 Présentation du rapport.....	5
1.2 Contexte de l'opération.....	5
1.3 Les objectifs de l'opération.....	6
1.4 Projets rattachés à l'opération.....	7
2 Les intervenants et les partenaires.....	9
3 Le budget.....	10
4 Les résultats de l'opération : Sujet 1 – Identification de l'implication de l'infrastructure dans le risque routier.....	12
4.1 Relevé des caractéristiques du tracé : Opération de développement MOGEO et méthode d'essai.....	12
4.2 Relevé des images de la route et de son environnement : Outils et méthode d'essai.....	15
4.3 Connaissances des liens entre accidents et caractéristiques.....	18
5 Les résultats de l'opération : Sujet 2 - Identification des risques liés aux comportements conducteurs.....	22
5.1 Le DiRCO.....	22
5.2 Outils d'observation du comportement.....	24
6 Les résultats de l'opération : Sujet 3 - Gestion des risques à destination des gestionnaires d'infrastructures.....	26
7 Les résultats de l'opération : Sujet 4 - Gestion des risques à destination du conducteur et des constructeurs automobiles.....	27
7.1 Présentation.....	27
7.2 La localisation (CVIS).....	28
7.3 Les autres capteurs (SAFESPOT).....	30
8 Les produits de l'opération et leurs valorisations.....	31
8.1 Produits et productions.....	31
9 Conclusions et éléments de prospective.....	35
10 Annexes : Fiches de synthèse des produits et des productions.....	37

Index des illustrations

Illustration 1: Montants annuels des financements T9.....	10
Illustration 2: Répartition des montants par unité (2005-2009).....	10
Illustration 3: Répartition des montants par sujet.....	11
Illustration 4: Mogéo : un module facilement « duplicable »	13
Illustration 5: Restitution de données issues de MOGEO.....	14
Illustration 6: IREVE 1 - un logiciel de visualisation et d'exploitation des images de la route.....	15
Illustration 7: IREVE Stéréo.....	17
Illustration 8: IREVE Stéréo : les caméras.....	17
Illustration 9: Le boîtier DiRCO.....	23
Illustration 10: Architecture des systèmes développés.....	28
Illustration 11: Algorithme IMM.....	29
Illustration 12: Positionnement Emap.....	29

Glossaire et abréviations

ABS	Anti-lock Braking System
AGR	Appareil à grand rendement
APO	Architecture porte-outils
CFL	Coefficient de frottement longitudinal
CFT	Coefficient de frottement transversal
ISFI	Indicateur de sécurité de fonctionnement des infrastructures
IREVE	Imagerie Routière Etalonnage Visualisation Exploitation
mlpc	Matériel du réseau des laboratoires des ponts et chaussées
MOGEO	Module de relevé de la géométrie
POMMAR	Porte-outil Multi-Mesures d'Auscultation Routière
PMP	Profondeur moyenne de profil
SURE	Sécurité des Usagers sur les Routes Existantes
VRU	Voies rapides urbaines (voies à caractéristiques autoroutières).

1 Présentation

1.1 Présentation du rapport

Ce document constitue le rapport de clôture de l'opération de recherche « Risques routiers » du LCPC qui s'est déroulée de 2006 à 2009. Son contenu est conforme au MAQ Recherche du LCPC.

Il rappelle d'abord le contexte et les objectifs de l'opération, identifie les unités participantes et les partenaires de l'opération, ainsi que les projets de recherche (ANR, PREDIT, PCRD) qu'elle a hébergés. Le rapport donne ensuite une synthèse du budget de l'opération sur l'ensemble de sa durée.

Les principaux résultats et les produits ou productions, qui se confondent souvent, sont présentés pour chacun des 4 sujets de l'opération. Le rapport n'a pas vocation à détailler l'ensemble des résultats, mais il en offre un panorama global. Il fournit néanmoins des indications sur les produits phares qui devraient permettre d'en apprécier l'objet, le contenu ou la portée. Une fiche pour chacun des produits/production de l'opération est par ailleurs annexée au présent rapport.

Des éléments de prospective sont enfin identifiés.

1.2 Contexte de l'opération

Malgré la forte baisse récente de la mortalité routière, l'amélioration de la sécurité des déplacements reste une priorité pour les gestionnaires d'infrastructures, et les pouvoirs publics en général. En témoigne, le déploiement des diverses démarches de sécurité, notamment SURE (Sécurité des Usagers sur les Routes Existantes) depuis 2005, sur tout le réseau national et plus récemment (2009), la démarche préventive ISRI, Inspection de Sécurité Routières des Itinéraires. Ces démarches affirment la volonté de l'État d'améliorer les pratiques d'intervention sur l'infrastructure et d'étendre les compétences et les moyens en matière d'analyse. Son extension aux réseaux routiers départementaux est dès aujourd'hui à proposer à leurs gestionnaires. Pour cela, deux types de recherche s'avèrent nécessaires, compléter et améliorer les outils d'aide au diagnostic et élaborer des propositions d'actions au niveau de l'infrastructure en ayant préalablement estimé leur efficacité.

A l'échelle européenne, l'harmonisation des pratiques de gestion des infrastructures en matière de sécurité routière (cf. directive concernant la gestion de la sécurité des infrastructures routières, publiée le 6 octobre 2008), justifie, en complément de travaux d'experts, le développement d'outils nouveaux, permettant d'une part l'automatisation d'une large partie du recueil et de l'aide au diagnostic de sécurité, d'autre part une meilleure information à l'usager des prises de risque qu'il prend.

Par ailleurs, l'amélioration et la vulgarisation des technologies de communication, de localisation et de cartographies permettent désormais d'envisager une diffusion large des systèmes d'aide à la conduite.

1.3 Les objectifs de l'opération

Rappel des objectifs formulés dans le cahier des charges de l'opération

Cette opération de recherche vise à compléter aussi bien les outils et méthodes de diagnostic de l'infrastructure, que les outils d'aide à l'aménagement de la voirie en faveur de la sécurité. De plus les indicateurs et cas d'accidents mis en avant doivent permettre de définir des alertes aux usagers. Ces dernières pourront être utilisées par les équipementiers de véhicules pour l'information embarquée.

Plus précisément, l'opération visait à l'élaboration ou la production :

a) d'indicateurs de sécurité de fonctionnement des infrastructures (ISFI), fondements d'outils méthodologiques à l'attention des concepteurs et des gestionnaires d'infrastructures pour :

- l'amélioration de la signalisation, des aménagements, de la conception et de l'entretien des routes ;
- les démarches d'amélioration de la sécurité de fonctionnement des infrastructures, afin de participer à la valorisation des travaux du RST dans le cadre du programme d'action européen pour la sécurité routière 2003-2010 ;

b) de guides méthodologiques, à destination des concepteurs d'assistance à la conduite, pour la prise en compte des risques liés à l'infrastructure, fonction des comportements des conducteurs ;

A partir des connaissances acquises dans les opérations précédentes, concernant le lien entre le niveau d'accidentologie et les caractéristiques routières, l'opération visait à caractériser au mieux le risque intrinsèque moyen (ou le niveau de sécurité) et ses variations portées par une voie (ou une portion de celle-ci) en fonction de ces caractéristiques et/ou de son niveau d'aménagement.

Ensuite, ces connaissances, qu'elles soient qualitatives ou quantitatives, devaient se traduire sous forme d'indicateurs (ISFI) d'alertes aux conducteurs, d'outils d'aide au diagnostic de sécurité et outils d'aide à la conception.

L'ambition de cette opération était notamment de fournir des indicateurs de risque et d'accroître les connaissances sur les comportements de conduite pour pouvoir ensuite agir (alertes aux conducteurs, outils d'aide au diagnostic de sécurité et outils d'aide à la conception, à la signalisation ou à l'entretien).

Les principales cibles de cette opération sont :

- les gestionnaires routiers : transfert de connaissance, fourniture de méthodes et d'indicateurs...
- le réseau scientifique et technique : méthodes d'essai, appareils à grand rendement, outils de diagnostic...
- les équipementiers : prototypes intégrés d'assistance, démonstrateurs, site de test ;
- l'industrie routière (équipements...) et l'industrie automobile (conception des systèmes d'aide à la conduite).

Ajustement du cahier des charges

Le cahier des charges n'a globalement pas été remis en cause, mais a nécessité :

- A) des précisions d'ordre méthodologique, notamment pour ce qui concerne la manière d'appréhender les risques. Ce point est évoqué dans le cadre des résultats du sujet 1 ;
- B) l'identification, la précision du champ d'investigation de certains sujets. En effet, il n'était pas envisageable de traiter toutes les situations routières, tous les types de voie, tous les types d'aménagement dans le cadre d'une telle opération, dont les moyens étaient forcément limités. L'équipe projet, en relation avec le direction technique compétente du LCPC, a procédé aux arbitrages et choix suivants :
- sujet 1 (*Identification de l'implication de l'infrastructure dans le risque routier*) : thématiques accotements, obstacles, adhérence, carrefours plans et visibilité, pour les routes principales interurbaines étendu dans certains cas aux autoroutes (visibilité, adhérence) ;
 - sujet 3 (*Gestion des risques à destination des gestionnaires d'infrastructures*) : les voies à caractéristiques autoroutières : voies rapides urbaines et autoroutes.

Ces choix ont été effectués en tenant compte à la fois des enjeux de sécurité, des déficits de connaissance (ou de recherche) sur les thèmes en question.

Par ailleurs, une révision significative des ambitions du sujet 2 a été opérée au cours de l'opération. Cet aspect est traité plus loin.

1.4 Projets rattachés à l'opération

L'opération de recherche a hébergé sur la durée divers projets de recherche. Ces projets étaient globalement en lien étroit avec les thématiques traitées dans le cadre de Risques routiers. Nombre de ces projets ont couvert ou contribué à le faire, certains des objectifs de l'opération. Si les modalités de fonctionnement de ces projets de recherche (ANR, PREDIT, PCRD...) n'ont pas vocation à être abordées ici, quelques enseignements peuvent sans doute être tirées à partir de l'expérience de Risques routiers (et sans doute d'autres opérations de recherche LCPC) : ils sont esquissés en conclusion du rapport.

Les projets hébergés sont les suivants :

SAFEMAP
(Projet DeuFraKo)
2003 - 2006

Évaluation de la faisabilité des cartographies pour les systèmes d'assistance à la conduite. Démonstration sur quelques applications de l'intégration de ces cartographies.

SAFESPOT
(IP 6ème PCRD)
2006 - 2010

Développement d'applications coopératives (fondées sur des communications V2V et V2I) pour améliorer la sécurité des usagers. Le projet a ciblé plus particulièrement le développement du concept de cartes locales dynamiques et du router VANET. Les applications sont déclinées suivant : le traitement au niveau du véhicule, au niveau de l'infrastructure, les systèmes fondés sur les véhicules et sur l'infrastructure. Elles seront démontrées sur des sites de tests.

CVIS
(IP du 6ème PCRD)
2006 - 2010

Comme Safespot, ce projet vise le développement d'application coopérative, orientée vers la mobilité des usagers. Les sous-projets concernent la localisation, la construction d'une plate-forme de communication multi-vecteur, et les applications pour le conducteur.

DIVAS
(Projet ANR-PREDIT)
2007 - 2010

L'objectif du projet DIVAS est de bâtir une conception globale de système d'échanges infrastructure-véhicules efficace en termes de sécurité routière, et d'en préparer le déploiement en examinant toutes les conséquences, notamment en termes technologiques mais aussi sur les plans de la crédibilité et de l'acceptabilité.

PARTAGE
(Projet ANR)
2009 - 2012

Ce projet vise le contrôle partagé de la direction entre conducteur et automate au travers de la modélisation du conducteur et d'un référentiel commun étendu (analyse de la situation en temps réel, vitesse d'approche, effets à long terme...). L'objectif est d'évaluer l'efficacité, l'acceptabilité individuelle et l'acceptabilité sociale des dispositifs proposés.

ABV (Projet ANR)
2009 - 2012

L'objectif du projet ABV (Automatisation Basse Vitesse) est de proposer au conducteur une assistance permettant le contrôle complet du véhicule sur des itinéraires sécurisés, ouvert à la circulation, et à basse vitesse. Les infrastructures ciblées sont principalement les VRU ou autoroutes interurbaines sujets à congestion. Le projet étudie à la fois la réalisation technique, l'intégration et l'évaluation de ces systèmes sur la mobilité, la sécurité et la consommation.

SARI AJISE
(Projet PREDIT)
2006-2010

Évaluation des acceptabilités par les conducteurs des systèmes d'alerte et d'aide à la conduite.

2 Les intervenants et les partenaires

Les unités ayant contribué à l'opération de recherche Risque Routier sont :

LIVIC	Co-responsable de l'opération, responsable du sujet 4, participation dans les sujets 2 et 4, DiRCO
Cete Méditerranée/DCEDI	Co-responsable de l'opération, responsable du sujet 1, participation dans les sujets 1, 3 et MOGEO
Cete de Normandie-Centre / DESGI (ERA 34):	Responsable du sujet 3, participation dans les sujets 1 et 3
CETE de Lyon :	Participation dans les sujets 1 et 3
- DES	
- LRPC de Lyon (ERA 12)	
- LRPC de Clermont (ERA 12)	
- LRPC d'Autun	Responsable OD MOGEO et ME géométrie
Cete de l'Est / LRPC de Strasbourg (ERA 27)	Responsables des OD IRCAN2, IREVE, et ME Imagerie routière. Participation au sujet 1.
DREIF / LREP	Participation dans les sujets 1, 3 et MOGEO
Cete de Normandie-Centre / LRPC de Rouen	Qualification d'IREVE, IRCAN 2
Cete de l'Ouest / LRPC de Saint-Brieuc / ERA 33	Responsable sujet 2, participation dans les sujets 1 et 2, SARI – AJISE
LCPC/SMI	Participation dans le sujet 4
LCPC / ESAR	Participation dans le sujet 4
LCPC / LEPSIS (anciennement DESE) :	Participation dans le sujet 4
Cete Nord-Picardie	Qualification d'IREVE
Cete du Sud-Ouest /LRPC Bordeaux	Participation dans IREVE
Cete Méditerranée / LRPC d'Aix	Participation dans IRCAN 2
Cete de l'Ouest / LRPC d'Angers	Participation dans IRCAN2
CECP d'Angers	Développement d'IREVE et IRCAN Stéreo
CECP de Rouen	Développement de MOGEO

3 Le budget

L'opération de recherche a été financée de 2005, année de rédaction du cahier des charges, à 2009. De 2006 à 2009, le budget en titre 9 a été en moyenne de 860 k€ par an, soit environ 60 hm (l'homme mois A CETE étant à 13,9 k€ en 2009), soit près de 3M€ (2,982) pour la recherche proprement dite et près de 1M€ (0,936) pour les opérations de développement (OD).

Les graphes suivant détaillent, par année, puis par unité, les financements en titre 9 pour l'OR et pour les OD qui lui sont rattachées.

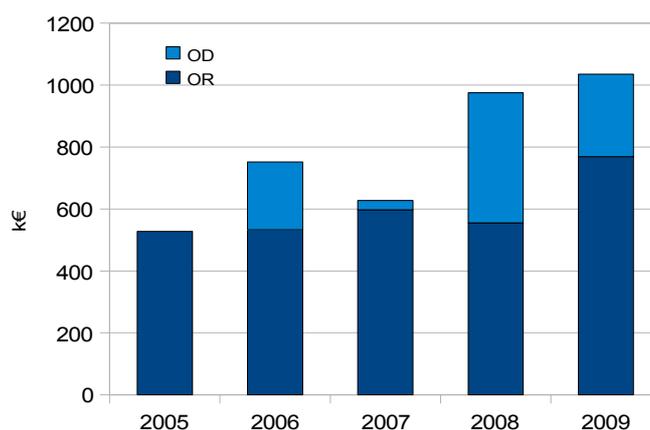


Illustration 1: Montants annuels des financements T9

Ce graphe montre une assez bonne répartition des dotations annuelles, en dehors des OD, dont l'avancement est plus erratique, reposant sur peu d'unités (en majorité le CECP d'Angers).

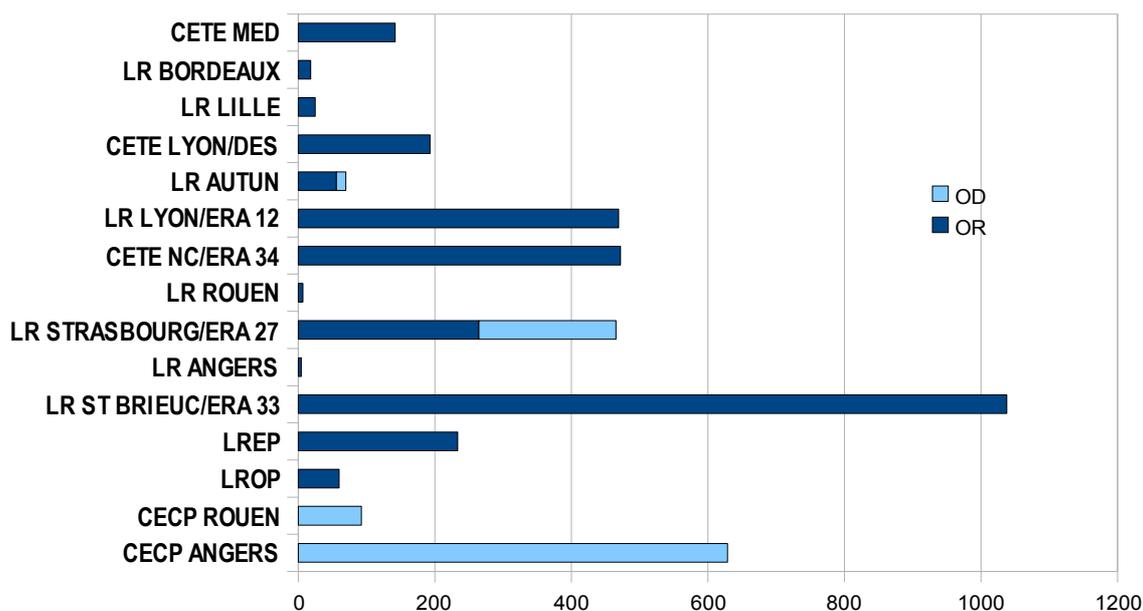


Illustration 2: Répartition des montants par unité (2005-2009)

Le second graphe met clairement en évidence trois acteurs principaux en termes de financements (hors OD) : le LR de Saint Brieu/ERA 33, et à niveau moindre, le CETE NC/ERA 34 et le LR Lyon/ERA 12. Les financements élevés de ces unités sont à mettre en rapport avec leurs contributions dans le cadre de l'opération. Ces trois unités ont une part importante de leur activité dans des projets inclus dans l'opération de recherche (ERA 33 avec SARI AJISE, ERA 34 et ERA 12 avec DIVAS). Pour l'ERA 33, cela représente environ 10 HM par an, soit 139k€.

Le financement global de l'ERA33 sur l'OR Risques routiers dépasse 1M€ soit plus de 200 k€ /an en moyenne. Ce montant important pour une seule équipe, en relation avec les attentes fortes associées, peut expliquer certaines des difficultés rencontrées sur le sujet 2.

Au niveau de la répartition par sujet, sur la durée de l'opération, les sujets 1, 2 et 3 ont représenté entre 760k€ et 1060k€.

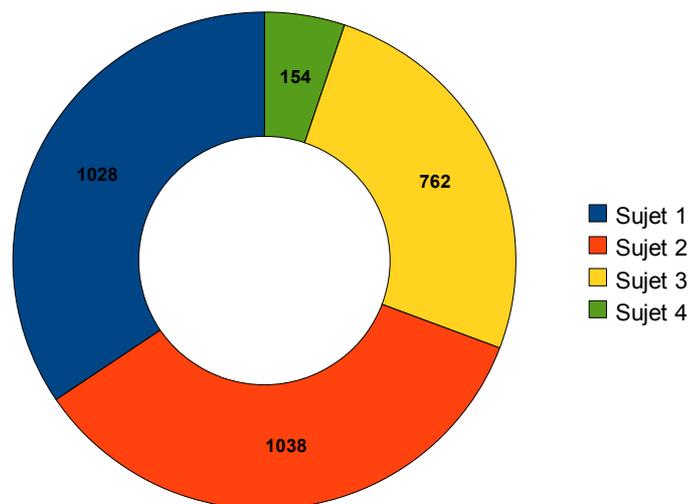


Illustration 3: Répartition des montants par sujet

Le sujet 2 est particulier, en effet, la seule unité contributrice du RST est l'ERA 33.

Le sujet 4 a fait principalement intervenir des laboratoires du LCPC (ou mixte INRETS/LCPC).

4 Les résultats de l'opération : Sujet 1 – Identification de l'implication de l'infrastructure dans le risque routier

Le sujet 1 s'inscrit dans la continuité des opérations de recherche précédentes, notamment « sécurité des itinéraires » (ITI) : la connaissance des liens entre le niveau de sécurité et l'aménagement de la voirie qu'il s'agisse d'aspects quantitatifs (niveau de risque) et qualitatifs (facteurs d'accidents). Il répond à la demande des acteurs de la sécurité routière de disposer d'une description adéquate des caractéristiques de la voie, de son environnement immédiat, du niveau de sécurité et des aménagements possibles ainsi que de leur impact.

Ainsi le sujet 1 comporte 2 parties. La première consiste à compléter, finaliser et à valoriser le développement d'outils et de méthodes, permettant de déterminer des descripteurs routiers. La seconde consiste à identifier des caractéristiques relatives à l'infrastructure explicatives du risque intrinsèque effectif d'une voie ou portion de voie et/ou d'évaluer l'impact d'un type ou configuration d'aménagement, éventuellement en fonction de ses caractéristiques, sur le niveau de sécurité objectif (nombre ou taux d'accidents par exemple). Ces deux parties sont en liaison étroite.

Ce sujet est fortement lié aux sujets 3 et 4 : Il fournit notamment des connaissances en vue d'élaborer des outils d'aide à la gestion ou à l'analyse de l'insécurité (indicateurs de sécurité, par exemple).

Les produits obtenus dans le cadre du sujet 1 sont multiples :

- d'abord des méthodes et des outils permettant de relever des descripteurs de la voirie (IREVE, Mogéo, méthode d'essai « relevé d'objets à partir d'images », méthode d'essai de relevé de la géométrie...),
- ensuite, des productions de connaissances des liens entre accidents et caractéristiques routières permettant notamment de quantifier l'efficacité d'un aménagement de sécurité (indicateurs de sécurité des infrastructures) ou de déterminer des facteurs d'accidents en relation avec l'infrastructure. Les résultats de ces analyses permettront aux gestionnaires routiers de proposer des aménagements pertinents en fonction de la situation ou au constructeurs d'automobile de créer des assistances à la conduite générant des alertes pertinentes à destination des conducteurs,
- enfin, Aletinfra 2, logiciel permettant de calculer des alertes concernant l'infrastructure pour le gestionnaire : à partir d'une part des caractéristiques de la voirie relevées notamment au moyen des outils mentionnés supra et d'autre part des connaissances développées supra, caractérisée par des indicateurs de sécurité liés à ces caractéristiques.

4.1 Relevé des caractéristiques du tracé : Opération de développement MOGEO et méthode d'essai

MOGEO (fiche 5)

Le projet MOGÉO est né en 2003 d'un besoin de mesures de géométrie des tracés routiers. Ce besoin résulte notamment de la standardisation des méthodes de diagnostics de sécurité comme le déploiement de la démarche SURE, la mise en cohérence de la signalisation des virages qui nécessite leur hiérarchisation (cf. Guide Sétra), et d'une façon générale à la diffusion des bonnes pratiques en matière de gestion des infrastructures routières dans un souci de sécurité. Si des appareils assuraient

déjà ces fonctions (VANI, PALAS 2), ils étaient en nombre insuffisant pour répondre à ces besoins croissants.

D'autre part, on recherchait un module peu onéreux (coût d'investissement et d'exploitation), limité au relevé de la géométrie, compatible APO (architecture porte-outils), intégrable sur un porteur multi-mesures type POMMAR afin de permettre, par exemple, simultanément de relever la géométrie et de recueillir des images d'environnement de la route.

Les spécifications à remplir portent sur les rayons de courbure, les pentes, les dévers ainsi que les grandeurs déduites, sur la base d'un référentiel constitué par la méthode d'essai LPC « Relevé de la géométrie des tracés routiers » (*cf. infra*).

Le fonctionnement de MOGEO repose sur une centrale inertielle liée au véhicule qui détermine la trajectoire, la pente et le dévers, et de 4 distance-mètres laser fournissant les informations sur les mouvements du châssis du véhicule et permettent de relier les informations de la centrale à la route.



Illustration 4: Mogéo : un module facilement « dupliquable » ...

... pour le relevé des caractéristiques des tracés, compatible APO et connectable POMMAR, souple d'emploi, fournissant des données de fiabilité maîtrisée à coût modéré.

L'appareil MOGÉO relève et restitue les caractéristiques géométriques des voiries sur des plages de valeurs très larges, ce qui permet d'ausculter aussi bien des routes en relief difficile que des voies à caractéristiques autoroutières. Ainsi, les rayons de courbure peuvent être mesurés de 10 à 2000 m, les déclivités jusqu'à 12% et les dévers jusqu'à 10%.

MOGEO peut en outre être utilisé avec une vitesse variable, jusqu'à 80 km/h, ce qui facilite la réalisation des mesures sur les différents types de voirie et offre un rendement élevé.

Les données sont exportables vers l'outil SEMI et vers ALERTINFRA. Un logiciel intégré permet également le calcul des grandeurs déduites et leur édition sous forme de tableaux et de graphiques. Le géoréférencement des données permet enfin de produire une cartographie 2D de l'itinéraire.

Les essais métrologiques ont été effectués avec deux prototypes différents: celui des LR d'Autun/Nancy sur POMMAR et celui du LR Rouen sur un véhicule dédié. Des essais croisés ont été effectués sur un panel de sites de configurations variées (pistes du LIVIC à Satory, sur routes ouvertes) et dont la géométrie était connue avec précision. Les différents essais mettent en évidence les performances intéressantes de Mogéo. Le rayon moyen dans un virage est déterminé à 10 % près

pour les rayons inférieurs à 600 m, et à 15 % au-delà ; pour les déclivités et les dévers avec une précision de 0,8 % (en valeur absolue). MOGEO respecte globalement les spécifications de la méthode d'essai (fiche 7).

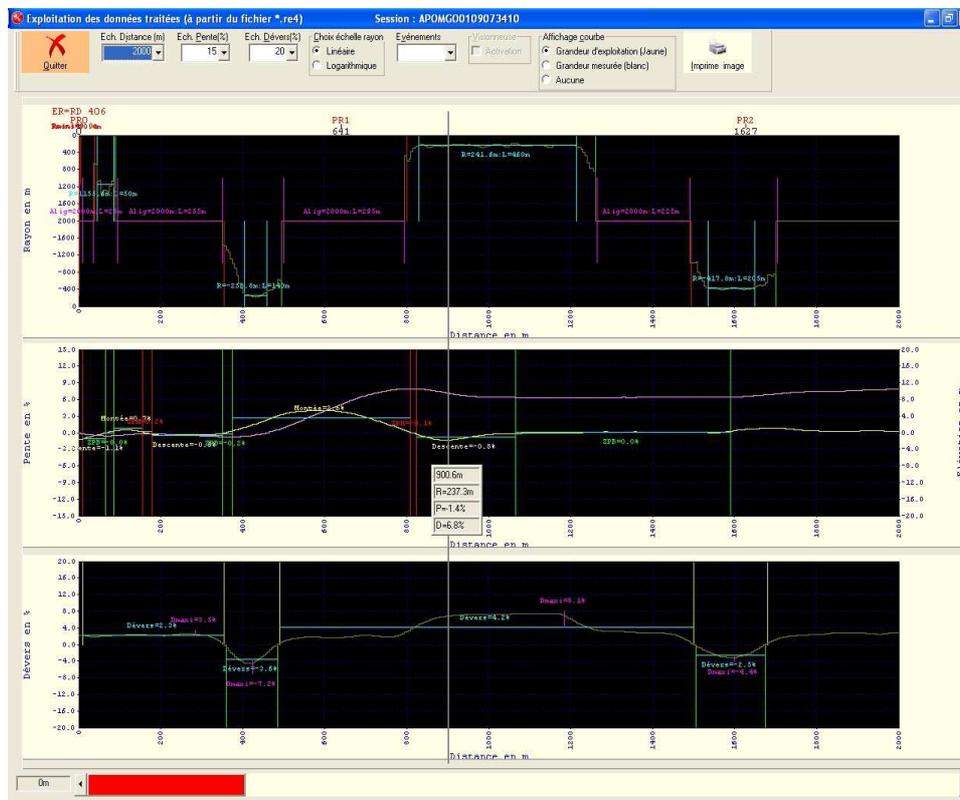


Illustration 5: Restitution de données issues de MOGEO

Méthode d'essai pour le relevé des caractéristiques des tracés routiers (fiche 7).

La formalisation du processus de recueil des paramètres caractéristiques des tracés routiers (descripteurs essentiels de l'infrastructure utiles à ces diagnostics de sécurité), ainsi que leur explicitation, sont nécessaires pour homogénéiser la nature et la fiabilité des données alimentant les études de sécurité. Ce domaine d'application fait l'objet d'un premier module de la méthode d'essai. Par ailleurs, le développement des systèmes d'informations géographiques et la mise en place des référentiels de cartographie routière impliquent l'émergence de besoins importants de mise à jour avec le relevé de coordonnées des tracés routiers. Le deuxième module assure la prise en compte du géoréférencement des mesures.

La méthode d'essai définit la façon d'exécuter les mesures et de les exploiter puis explicite les descripteurs de la géométrie à restituer, qu'ils soient issus de capteurs ou qu'ils résultent d'un traitement de données agrégées ou non de plusieurs capteurs, et ce indépendamment du matériel ou du procédé de mesure. Elle doit permettre la mise en place d'une procédure de réception ou qualification d'un matériel destiné à recueillir le paramètre. Sa vocation n'est pas de contraindre les outils existants (VANI, PALAS 2) à s'adapter mais de servir de référentiel aux nouveaux outils, en premier lieu MOGÉO, dont la qualification est attendue fin 2009 (au moment de l'élaboration de ce rapport).

L'obtention de l'exactitude requise par la méthode d'essai pour les descripteurs relatifs au tracé en plan, au profil en long et en dévers a ainsi été vérifiée à l'occasion de la qualification de MOGÉO. Les essais croisés effectués sur les pistes de Satory impliquent 5 appareils : les 2 prototypes MOGÉO

susvisés, VANI, PALAS 2, et un appareil de la société Vectra. Les données recueillies pour les trois autres autres appareils permettront de situer leurs performances vis-à-vis de la méthode.

Enfin, la réflexion serait à poursuivre avec les mesureurs et les utilisateurs pour continuer à améliorer ou compléter la méthode d'essai avec la remise en cause ou l'ajout de quelques descripteurs complémentaires (par exemple la recherche d'une description fine de la variation de la courbure le long d'un virage) et sur son adaptation éventuelle pour permettre son application par les appareils de relevés existants antérieurs à MOGÉO.

4.2 Relevé des images de la route et de son environnement : Outils et méthode d'essai

Les banques de données d'images de la route et de son environnement proche (ou scènes routières) sont de plus en plus demandées par les gestionnaires routiers. L'imagerie routière permet une exploitation visuelle à la demande, par la navigation dans les séquences d'images. Elle simplifie les dialogues inter services, la préparation de travaux, la visualisation de zones difficiles d'accès ou pour lesquelles des problèmes de sécurité ont été mis en évidence, par exemple. Elle est particulièrement utile pour les diagnostics d'itinéraires (sans préjudice des indispensables visites terrain à mettre en œuvre lors du diagnostic). Elle permet également d'extraire des informations et de réaliser des relevés utiles à la connaissance du patrimoine et à la sécurité routière. Ce relevé précis peut être systématique en vue d'alimenter des bases de données (mémoire du patrimoine), ou ponctuel, en fonction des besoins de l'exploitant.

IREVE est la plate-forme logicielle développée au sein du réseau scientifique et technique pour la visualisation et l'exploitation des images issues de l'appareil mlpc® d'acquisition IRCAN2.

C'est une palette évolutive d'outils d'exploitation qui a vocation à intégrer les travaux de la recherche.

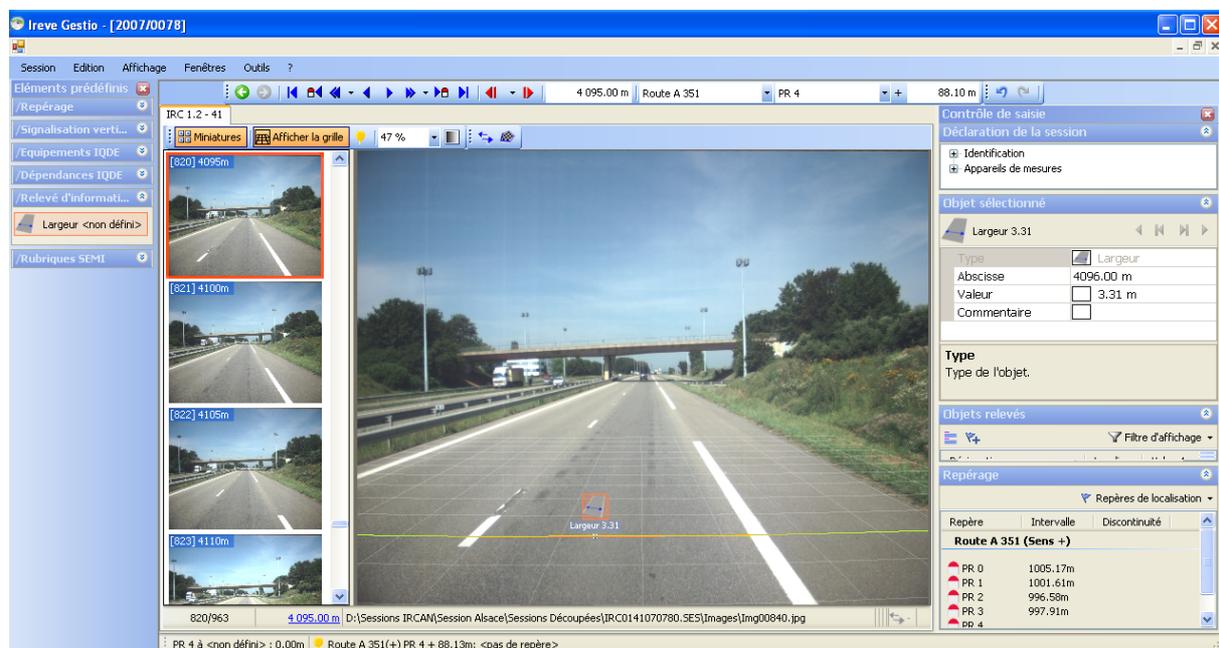


Illustration 6: IREVE 1 - un logiciel de visualisation et d'exploitation des images de la route

IREVE - tranche 1 (fiche 1)

IREVE est l'acronyme de "Imagerie Routière Etalonnage Visualisation Exploitation". Sa tranche 1 est un logiciel lpc® qualifié développé dans le cadre de l'opération Risques Routiers. Il se décline en deux modules (IREVE LABO et GESTIO) et une version simplifiée: la visionneuse IREVE-VISIO.

Fonctionnalités et performances du produit :

- La visionneuse comporte des outils de visualisation des images d'environnement et des événements relevés et enregistrés par le fournisseur ainsi que des outils de navigation.
- Le module IREVE LABO, destiné aux équipes réalisant les prises de vue avec l'équipement mlpc® IRCAN, rassemble tous les pré-traitements des séquences d'images. Il permet notamment de réaliser un calibrage permettant des mesures dans l'image et un repositionnement précis du bornage de référence à partir des images.
- Le module de relevé et d'exploitation IREVE GESTIO est un outil d'analyse d'itinéraires routiers qui permet de positionner longitudinalement et latéralement des objets d'intérêt le long d'un itinéraire, ou encore de relever des caractéristiques de la chaussée et de son environnement. Il comporte des outils de relevé, repérage et sauvegarde d'événements, ponctuels (panneaux, arbres...) ou continus (fossés, glissières...). Des mesures dimensionnelles peuvent être effectuées dans le plan de la chaussée (ex : largeur de voie ou de chaussée, distance au bord de la chaussée, mesure de surface) et affectées à des événements. Le logiciel calcule la longueur des événements continus à travers la séquence d'image où ils apparaissent.

IREVE est livré avec un catalogue de rubriques comportant l'ensemble de la signalisation verticale et les équipements et dépendances au sens du document IQDE du SETRA de 1984 et comporte des outils de création et de gestion de rubriques.

Qualification/validation : IREVE visio et labo ont été qualifiés en février 2007. IREVE Gestio a été qualifié en janvier 2008.

IREVE : les suites

Cette première tranche du logiciel, déjà opérationnel, qui a été qualifiée doit connaître plusieurs évolutions :

- l'intégration de quelques fonctionnalités complémentaires : l'amélioration des prétraitements avec en particulier l'amélioration de la gestion du calibrage et l'intégration de Calcam, l'ajout d'un module de montage, une organisation par itinéraire. Cette fonction est réalisée, mais non encore qualifiée ;
- l'intégration de traitements semi automatiques, issus de la recherche, pour lesquels des logiciels démonstrateurs ont été réalisés et validés dans le cadre de l'opération. Des outils dits "simple-clic" permettant de faciliter la saisie d'objets dans les séquences d'images ont été développées sous forme de bibliothèques dynamiques. Ces algorithmes se basent en grande partie sur les outils de recherche en traitement d'image sur la détection des bords de chaussée et des bords de marquages (LEPSIS, DMI, ERA27).

Ces deux types d'évolutions constituent la tranche 2 d'IREVE. (fiche 2). Les développements de la tranche 2 ont été initiés dans l'OR Risques Routiers mais seront poursuivis dans l'OR I2V.

- Réalisation d'une acquisition puis exploitation par stéréovision pour permettre des mesures plus précises et non limitée au plan de la chaussée (mesures de hauteur et de gamme de panneau notamment).

Stéréovision (fiche 4)

Avec les systèmes d'acquisitions monocaméras, les mesures possibles restent limitées au plan de la chaussée. La mise en œuvre d'une seconde caméra et des méthodes de stéréovision permettent la réalisation de mesures tridimensionnelles. Elles offrent de nouvelles possibilités d'exploitation, telles que la mesure de hauteur, de gamme de panneaux ou de gabarit de troncs d'arbres. Les mesures en rive sont facilitées et les mesures sur chaussées plus précises.

Des travaux de faisabilité ont été réalisés par le LRPC de Strasbourg en collaboration avec le LCPC/SMI et le CECP d'Angers (2008). L'objectif de l'opération de développement est de rendre ces travaux opérationnels.



Illustration 7: IREVE Stéréo



Illustration 8: IREVE Stéréo : les caméras

Une évolution de l'IRCAN monocaméra a été effectuée par le CECP et un premier prototype IRCAN Stéréo a été livré pour qualification (mars 2009).

L'ajout dans IREVE d'un module spécifique à la stéréovision permettra la réalisation des mesures 3D. L'étude de faisabilité du système d'exploitation a été réalisée en novembre 2009. L'OD correspondante sera poursuivie en 2010 dans le cadre de l'opération I2V.

Méthode d'essai « Imagerie routière » (fiche 3)

La méthode d'essai élaborée dans le cadre de l'opération décrit les différentes possibilités d'utilisation de l'imagerie routière, en fonction des besoins définis par les gestionnaires de la route. Elle constitue un document général explicitant, à travers un certain nombre d'utilisations courantes, les potentialités de l'imagerie routière mais également ses limites.

Après une présentation des principes généraux et de l'appareillage, ce document définit des spécifications et des recommandations sur la façon d'effectuer les prises de vues sur le terrain. La méthode décrit ensuite trois modules en fonction du type de relevé souhaité :

1. la visualisation et les relevés dans une image non calibrée.
2. les relevés bidimensionnels dans le plan de la chaussée.
3. les relevés tridimensionnels dans l'image.

Cette méthode s'applique à la réalisation d'images numériques aussi bien pour toutes les catégories de gestionnaires. Elles s'applique à la fois au domaine de l'exploitation de la route pour la gestion de patrimoine et au domaine de la sécurité routière.

Détection des alertes par Alertinfra à partir des données MOGEO (fiche 6).

Cette étude a permis de vérifier que le logiciel Alertinfra détectait les mêmes alertes avec des données de géométrie issues de MOGEO (module de POMMAR) et de VANI : les différences sont mineures. Pour ce faire, des essais réalisés sur les pistes de Satory par les deux systèmes de mesures ont été analysés et comparés. Les résultats d'Alertinfra sont robustes vis-à-vis de l'origine des données géométriques : Mogéo et VANI.

4.3 Connaissances des liens entre accidents et caractéristiques

Les travaux conduits sur 5 thématiques (obstacles, accotements, adhérence, visibilité et carrefours) ont amené diverses connaissances sur les liens entre accidents et caractéristiques routières. Elles permettent notamment de quantifier l'efficacité d'un aménagement de sécurité ou de déterminer des facteurs d'accidents en relation avec l'infrastructure. Les résultats de ces analyses permettront aux gestionnaires routiers de proposer des aménagements pertinents en fonction de la situation ou au constructeurs d'automobile de créer des assistances à la conduite générant des alertes pertinentes à destination des conducteurs.

Obstacles (fiche 13)

Les objectifs du projet étaient d'une part d'élaborer un indicateur de risque fiable, facile à utiliser, ne reposant pas uniquement sur l'accidentalité, et d'autre part d'élaborer une méthode de relevé et de développer les outils nécessaires à l'application de la méthode.

L'élaboration de l'indicateur comporte 2 étapes : l'élaboration d'un indice individuel par obstacle puis d'un indicateur plus global par section. L'indice individuel est composé de 5 coefficients liés au trafic, au tracé en plan, à l'éloignement de l'obstacle par rapport à la chaussée, à l'agressivité de l'obstacle et à la vitesse de circulation. Les coefficients et leurs valeurs sont déterminés à partir d'une étude bibliographique. Quant à l'indicateur global, il est calculé comme une densité pondérée des indices individuels, en prenant en compte l'influence de l'espacement entre obstacles sur le risque de collision. Cette influence a été étudiée par ailleurs, par modélisation numérique.

Une méthode de relevé et de calcul de l'obstacle est fournie, visant à homogénéiser les pratiques, tout en donnant des conseils pratiques. La méthode repose notamment sur IREVE pour le relevé. Un outil logiciel *ad hoc*, développé dans le cadre de l'opération, permet de calculer l'indice.

Cette méthode a été évaluée en matière de justesse et de répétabilité. Des écarts sont observés entre des relevés effectués par différents opérateurs, principalement en raison de niveaux de formation et de pratiques hétérogènes et d'interprétations différentes des consignes données dans le guide de relevés. Ces différences impactent très sensiblement les valeurs des indices individuels, moins les valeurs des indicateurs de densités et les hiérarchisations qui en découlent. Des solutions sont proposées pour réduire ces écarts. Inscire cette méthode dans un processus de qualification n'est actuellement pas envisagé par le LCPC.

Accotements (fiche 12)

L'objectif était d'appréhender le niveau de risque/sécurité associé à la configuration des accotements. Afin de « neutraliser » les effets liés aux autres caractéristiques techniques de la voie, la méthode adoptée c'est basée sur une analyse de type avant/après – expérimental/témoin, portant sur l'accidentologie. En pratique, seules deux situations contrastées, avec et sans accotement revêtus, pouvaient être comparées. Elle a porté sur six sites situés en Normandie. L'analyse par site n'étant pas pertinente en raison du faible nombre d'accidents, le test de Tanner a été utilisé pour agréger l'ensemble des sites. Si la méthode paraît globalement adaptée aux objectifs poursuivis (et aux

moyens disponibles), le faible nombre de sites « éligibles » identifiés – malgré l'importance des territoires explorés – s'est révélé une limite forte de l'étude. D'autres limites ou difficultés plus ou moins importantes, sont apparues : fiabilité des données relatives aux accidents, l'adéquation des références retenues pour les témoins, contexte globale de la forte baisse de l'insécurité en France, mais sans doute pas homogène...

In fine, sur les quelques sites étudiés, les analyses ne révèlent aucune efficacité marquée. Aussi, il n'est pas possible de conclure quant à l'efficacité globale des accotements revêtus à l'issue de cette étude et encore moins de pouvoir en tirer des enseignements sur les niveaux de risques associés. L'étude suggère quelques pistes d'exploration et d'améliorations méthodologiques.

Adhérence

Cette thématique a fait l'objet de travaux de nature diverses.

Évaluation des risques et sur-risques en relation avec l'adhérence des chaussées

Le risque d'accidents sur chaussée mouillée est globalement plus élevé que sur chaussée sèche. Il existe donc un sur-risque sur chaussée mouillée, mais il n'est pas homogène dans le temps et l'espace. Des variations de l'adhérence sont réputées modifier les risques et les sur-risques d'accidents sur chaussée mouillée. Une étude statistique (fiche 10) propose des calculs de risques et de sur-risques par temps de pluie ou sur chaussée mouillée par rapport aux conditions normales (chaussées sèches) en fonction des zones de sollicitations dynamiques sur le véhicule (virages, carrefours...) sur le réseau routier national hors agglomération.

Les sur-risques d'accidents sont notamment identifiés à partir des accidents (75000 BAAC), des deux types de mesures d'adhérence (PMP et CFT), du trafic et de données météorologiques.

Pour le CFT, les analyses montrent que les sur-risques d'accidents sur chaussée mouillée augmentent très significativement avec la détérioration de l'adhérence pour des valeurs de CFT comprises entre 75 et 35 (au-delà, les populations sont trop faibles). Le rapport fourni les courbes de sur-risque $SR=f(CFT)$. Ces résultats confortent l'influence fondamentale du CFT (et des grandeurs qui lui sont fortement corrélées) sur le risque d'accidents sur chaussée mouillée. Pour la PMP, les résultats sont globalement peu significatifs.

Synthèse bibliographique (cf. fiche 9)

Ce document est divisé en trois parties. Dans une première partie, l'adhérence et les moyens de mesures de celle-ci sont définis ainsi que le lien existant entre adhérence et accidents. Un bref rappel est fait sur les variables explicatives influençant les coefficients de frottement.

Dans une deuxième partie, une présentation très succincte de quelques modèles est réalisée. Deux approches sont présentées pour déterminer les modèles d'adhérence : d'une part les modèles dits « physiques » ou de « connaissance » dont les coefficients peuvent être reliés à des caractéristiques physiques du pneu, de la chaussée ou du contact entre ces deux éléments et d'autre part, les modèles dits de « représentation » pour lesquels les coefficients sont ajustés sur les données expérimentales.

Dans une troisième partie, des lois d'évolution de l'adhérence sont exposées et leurs modes d'obtention sont détaillés (mesures, approche statistique...).

Modèle d'évolution (cf. fiche 8).

Cette étude a été réalisée en deux phases : analyse de l'évolution de l'adhérence puis étude de la corrélation qui peut exister avec les accidents. Or, il n'est pas rare de disposer de données d'adhérence ne correspondant pas à la situation rencontrée. Les lois d'évolution devraient permettre d'interpoler/d'extrapoler les mesures d'adhérence pour évaluer le niveau d'adhérence rencontré par l'usager pour les différents accidents d'une période donnée sur un site. Ces lois d'évolution ont été déterminées à partir d'analyses statistiques (Analyse en Composantes Principales, ANOVA...) et de

méthodes de régressions (linéaires simples, multiples, non linéaires...). Ensuite, des corrélations ont été proposées avec des éléments d'accidentologie. Les lois d'évolution du CFT sont proposées en fonction de l'âge, du trafic, de la technique routière, de la pente longitudinale, du dévers et du rayon de courbure. L'étude s'est concentrée sur les VRU et les autoroutes non concédées.

Comme la courbe reliant taux d'accidents sur chaussée mouillée et le niveau de CFT présente une inflexion localisée entre 0,40 et 0,50, ces valeurs pourraient donc être utilisées comme seuil d'alerte et de travaux par exemple dans le cadre d'une politique de gestion des infrastructures.

Visibilité géométrique (fiche 15)

Le travail réalisé dans le cadre de l'opération, propose une approche des risques liés à la visibilité, dont les implications sur le risque d'accident restent encore mal cernées.

Sont d'abord identifiés plusieurs scénarios représentatifs de situations accidentogènes sur route ou autoroute. Nombre d'entre eux comprennent le cas de figure suivant : un automobiliste doit faire face à une situation inattendue, se traduisant par un obstacle sur la chaussée, initialement pas ou peu perceptible, et nécessitant un freinage d'urgence.

La distribution des distances d'arrêt des véhicules légers pour certaines de ces situations est ensuite modélisée par une simulation de Monte-Carlo. Le modèle utilisé et son paramétrage s'appuient à la fois sur l'analyse bibliographique et sur des bases de données (CARAT). La validité du modèle est vérifiée en comparant ses résultats aux distances obtenues lors d'essais en vraie grandeur.

L'accès à la distribution des distances d'arrêt pour une situation donnée et sa comparaison possible aux distances de visibilité offerte, permettent des inférences sur le niveau de risque relatif à la visibilité.

Plusieurs indicateurs de risques – ou inversement de fiabilité – sont ainsi proposés pour la visibilité : des indicateurs de risque collectif (pour le gestionnaire), des indicateurs de risque individuel pour un profil d'utilisateur particulier. Les indicateurs de risque dit conventionnels sont quant à eux définis par référence à une distance de visibilité offerte équivalente à la valeur recommandée. Dans un second temps, la gravité est prise en compte à partir de la vitesse de collision. Un indicateur de danger est ainsi proposé intégrant outre la probabilité de collision, la gravité du choc.

La vitesse et le système de freinage ont une influence majeure sur le niveau de risque. Sur la base des données d'adhérence de CARAT, les bétons bitumineux drainants seraient associés à un risque moindre.

Des applications pratiques concernant les questions de distance de visibilité dans le cadre de la révision des recommandations techniques (Ex : Ictavru) et de la remise à plat de leurs fondements. Au-delà, le rapport fournit une illustration de l'intérêt de la simulation (ici de Monte-Carlo) pour une approche des risques routiers. Elle donne aussi des bases pour les notions de divers types d'indicateurs de risques/de sécurité/de fiabilité en relation avec les caractéristiques de l'infrastructure.

Carrefours

Ce travail visait à faire un état des lieux des connaissances sur l'accidentologie des carrefours plans en combinant les connaissances stabilisées, les résultats récents de la recherche et des investigations particulières développées dans le cadre de l'opération. Il permet aussi de proposer un indicateur de risque. Il se traduit par un rapport (fiche 16) comportant 6 chapitres :

- les enjeux de l'accidentologie en carrefours et ses évolutions singulières récentes ;
- les typologies et facteurs d'accidents et les aménagements des carrefours plans ordinaires ;

- les typologies et facteurs d'accidents et les aménagements des carrefours giratoires : ce chapitre permet notamment de rappeler la grille d'analyse vis à vis des risques d'accidents par perte de contrôle en entrée de giratoire (qui représentent les deux tiers des accidents corporels en giratoire) ;
- les aménagements innovants en carrefours, mis en oeuvre en France ou à l'étranger, que ce soient des aménagements de l'infrastructure (mini ronds-points ruraux, carrefours chicanes...), de la signalisation permanente ou dynamique ou des systèmes d'assistance à la conduite ;
- les modèles d'accidents en carrefours plans, français et étrangers ;
- un indice de risque tenant compte des trafics et des caractéristiques techniques du carrefour.

En résumé :

- **2 nouveaux outils et 2 nouvelles méthodes pour la caractérisation des infrastructures routières.**
- **3 nouveaux (groupes d') indicateurs liés aux obstacles, aux carrefours plans et à la visibilité.**
- **les bases nécessaires pour la construction de nouvelles alertes concernant obstacles, carrefours, adhérence (en tenant compte de son évolution), visibilité.**

5 Les résultats de l'opération : Sujet 2 - Identification des risques liés aux comportements conducteurs

Les projets et les opérations de recherche menés jusqu'à présent sur la sécurité des itinéraires routiers portaient essentiellement sur l'identification des risques liés aux caractéristiques de l'infrastructure. Ce sujet vise en revanche à identifier et évaluer les risques qui sont liés au comportement des conducteurs, soit de façon intrinsèque par leurs propres attributs (âge, expérience...) ou des pratiques à risques par exemple, soit par leurs réactions aux facteurs contextuels.

Ce sujet avait pour objectif d'établir une typologie des comportements des conducteurs pris isolément en fonction des classes d'objets routiers ou/et en fonction des enchaînements typiques et accidentogènes de classes d'objets routiers. Cette typologie était à bâtir sur une approche descriptive et statistique en observant les trajectoires parcourues et les commandes afférentes effectuées. Une définition des indicateurs de risques sur la base de cette typologie était attendue, pour aboutir à des guides à destination des gestionnaires sur les aménagements idoines ainsi que les concepteurs d'assistance à la conduite. Pour mener à bien ces travaux, l'opération devait développer des outils de mesure du comportement des conducteurs. C'est ce que le projet Comprendre le Comportement des Conducteurs (CCC) proposait en créant une base de données comportementale dans différentes situations de conduite à partir du DISpositif de Recueil de données Comportementales et d'une flotte de véhicule.

Certains travaux du sujet 2 sont à rapprocher des travaux effectués dans d'autres opérations : l'OR Visibilité (pour la définition des différents profils de conducteur) et Métrologie des Trafics et des Trajectoires (pour les outils de mesure des trajectoires). Le sujet 2 était aussi très fortement lié à d'autres programmes, comme SARI (projet « AJISE ») pour l'évaluation des acceptabilités par les conducteurs des systèmes d'alerte et d'aide à la conduite, ou à l'expérimentation menée par le CERTU sur les Enregistreurs de Données Routières dans les instants précédant l'accident.

A court terme, ce sujet avait vocation à produire des outils d'aide à la recherche, notamment des connaissances sur les liens entre la compréhension et l'interprétation par les conducteurs du contexte de conduite et leurs réactions et commandes sur le véhicule pour chaque classe d'objet routier, ainsi que des moyens de mesure des comportements des conducteurs (DiRCO). Ces connaissances devaient à moyen terme permettre d'établir des préconisations sur les systèmes d'information et d'alerte à l'utilisateur et le cas échéant des préconisations pour l'évolution de la réglementation. Ces préconisations pourront faire l'objet de recherches ultérieures dans le cadre d'une deuxième opération. Le sujet produira également une typologie des comportements des conducteurs pris isolément en fonction des classes d'objets routiers et des indicateurs de risques à partir de cette typologie des comportements.

5.1 Le DiRCO

Historiquement, le DiRCO (Dispositif de Recueil de données Comportementales) a été développé par le LIVIC, comme un boîtier de recueil de données plus complet que les enregistreurs de données routières (EDR) disponible au début de l'opération. L'objectif était de fournir un outil permettant l'enregistrement et la datation de données objectives de la conduite (par rapport aux données dites subjectives, recueillies auprès du conducteur). A la fin de l'opération, un boîtier, ainsi qu'un logiciel d'exploitation est disponible.

Le DiRCO a notamment été développé pour mener des études sur le comportement des conducteurs, le risque attaché à la conduite et le diagnostic d'infrastructure.

C'est un enregistreur de données destiné à être embarqué à bord de véhicules. Sa connectique simplifiée permet un montage aisé. Il est totalement autonome : il démarre et s'arrête automatiquement. Ceci fait qu'il se prête très bien à l'instrumentation de flottes de véhicules.



Illustration 9: Le boîtier DiRCO

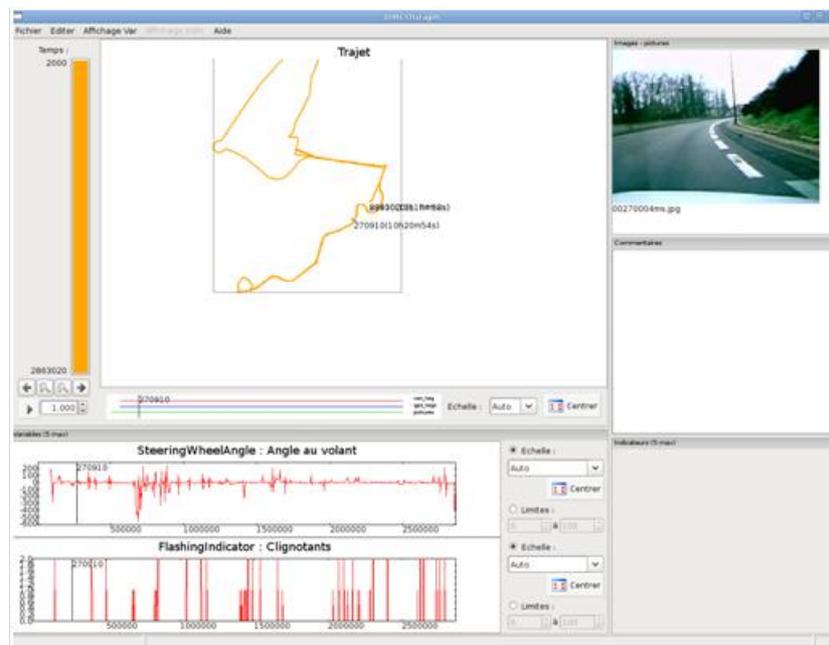
Le DIRCO exploite le multiplexage des capteurs intégrés dans les véhicules en enregistrant les données issues du bus CAN. Il se connecte à de multiples capteurs : centrale inertielle 3 axes, GPS, caméras, entrées analogiques, numériques. Sa structure modulaire et sa puissance de calcul permettent de l'adapter aux besoins les plus divers, avec la possibilité de rajouter des capteurs.

Le DIRCO est mature. Il a cependant du mal à se diffuser, car il est de plus en plus concurrencé par des produits industriels. Ses avantages sont sa grande puissance de calcul, et – l'intérêt n'est pas moindre – la connaissance irremplaçable que l'on a de son fonctionnement. Ses inconvénients sont sa taille, son prix et sa configuration complexe.

Il serait intéressant d'en concevoir une version «allégée», moins chère et de faible taille.

Dircograph

Dircograph a aussi été conçu dans le cadre de l'opération Risque Routier. C'est un logiciel d'analyse des enregistrements. L'objectif est d'avoir à disposition un outil qui permette très simplement de vérifier les données enregistrées. Dircograph, dont la configuration est volontairement simplifiée, affiche les trajets GPS, les courbes de mesures, les images et les sons.



5.2 Outils d'observation du comportement

Observation du conducteur

L'observation du conducteur est le centre du sujet 2. Bien qu'il y ait de nombreuses déviations par rapport au cahier des charges initiales (notamment du fait que les projets CCC et C3R3 n'ont pas été retenus par l'ANR), en fin d'opération l'ERA 33 s'est recentré autour du développement d'un véhicule permettant l'observation du comportement du conducteur dans son environnement routier et des logiciels et méthode d'exploitation.

VOICIE (Véhicule d'Observation de l'Interaction du Conducteur avec l'Infrastructure et l'Environnement de la Route). Cf. fiche 17.

Concernant l'étude du comportement objectif, elle nécessite d'observer l'utilisateur en situation de conduite. Puisque son travail est orienté vers l'infrastructure, l'ERA33 a travaillé sur la réalisation d'un Véhicule d'Observation de l'Interaction du Conducteur avec l'Infrastructure et l'Environnement de la route (VOICIE). Le VOICIE est un véhicule instrumenté avec différents capteurs et 3 PC permettant de recueillir les informations concernant la tâche de conduite à partir des données du BUS CAN, d'une centrale inertielle et d'un GPS (DIRCO_02) mais aussi des données vidéos et audios (PC_OBS_01) et oculométriques (PC_OC_01).

Circuit d'observation de l'interaction du conducteur avec l'infrastructure et l'environnement de la route en Côtes d'Armor. Cf. fiche 18.

Afin d'étudier l'interaction usager infrastructure, l'ERA33 doit pouvoir identifier des zones d'expérimentations en fonction des caractéristiques d'intérêts de l'infrastructure.

Ce travail d'identification de sites expérimentaux sur les routes départementales des Côtes d'Armor a été initié dans le cadre du projet SARI (Surveillance Automatisée de l'état des Routes pour l'Information des conducteurs et des gestionnaires). A l'époque, ce travail a été réalisé sur la base des connaissances du réseau départemental détenues par les agents du LRPC de Saint-Brieuc et du CG22 impliqués dans le projet SARI et des données obtenues à l'aide du Véhicule d'ANalyse d'Itinéraire (VANI).

Afin de capitaliser les informations récoltées à l'époque pour l'identification des sites des thèmes IRCAD, VIZIR et RADARR du projet SARI et de faciliter ultérieurement la sélection des sites expérimentaux d'intérêts, il a été proposé de constituer une base de données de ces informations à partir d'IREVE.

Outil d'observation du comportement du conducteur en bord de voie. Cf. fiche 19

Dans ce cadre, l'ERA33 a en charge l'animation du thème transversal "Acceptabilités Juridique Individuelle Sociale et Economique" (AJISE) du projet de recherche Surveillance Automatisée de la Route pour l'Information des conducteurs et des gestionnaires (SARI) du PREDIT 3, et ce jusqu'à juin 2010. L'ERA33 a été plus fortement impliqué dans les expérimentations réalisées en bord de voie et en particulier le recueil des données du comportement objectif du conducteur.

Le rapport présente les outils d'observation du comportement du conducteur en bord de voie disponibles au sein de l'ERA33 et développés dans le cadre du projet SARI-AJISE en trois parties : le contexte du développement de cet outil est rappelé au regard du projet SARI-AJISE, puis le dispositif est présenté, finalement les protocoles d'utilisation sont spécifiés.

Acceptabilité individuelle et sociale dans les projets LAVIA et AJISE (Cf. fiche 21)

L'acceptabilité sociale s'intéresse aux effets de l'implantation du PMV diffusant un message imposé sur les facteurs psychologiques à l'origine du comportement.

Le présent rapport a pour objectif de présenter les théories et méthodologies retenues pour étudier les acceptabilités individuelles et sociales dans le projet SARI et de les confronter aux théories et méthodologies retenues dans le projet LAVIA (Limiteur s'Adaptant à la Vitesse Autorisée). Ce livrable a fait l'objet d'un avis des ROR le 19 mai 2010 adressé au LCPC/DPR.

En résumé :

- outil de recueil de données.
- outils d'observation des comportements : embarqué et bord de voie.
- sites de références avec données de caractérisation.

Pas d'étude de typologie des comportements des conducteurs en relation avec l'infrastructure.

6 Les résultats de l'opération : Sujet 3 - Gestion des risques à destination des gestionnaires d'infrastructures

Le sujet 3 avait pour vocation de porter à la connaissance des gestionnaires les principaux résultats de la recherche sur les aménagements améliorant la sécurité, les enjeux ainsi que les principaux facteurs d'accidents et des éléments pour l'élaboration d'une politique de prise en compte de la sécurité. Des possibilités d'intervention et des solutions nouvelles susceptibles de minimiser la probabilité d'accident ont été recherchées au moyen d'outils élaborés dans le cadre du programme de recherche.

Un document (fiche 22) présente les évolutions pendant la période 2002-2006 de différents types d'accidents. Elle montre que si les accidents corporels et mortels ont diminué respectivement de 27 % et 37 %, sur cette période, certains types d'accidents ont connu des évolutions plus favorables (les accidents hors agglomération, tout particulièrement en intersection, et les accidents impliquant un véhicule seul sans piéton) ; et d'autres en revanche ont connu une évolution moins favorable (les accidents en agglomération, impliquant un usager vulnérable ou sur obstacle). Par ailleurs, un approfondissement est réalisé sur des types d'accidents en lien avec l'ensemble du projet DIVAS ou présentant un intérêt particulier : accidents avec brouillard, vent fort ou pluie forte, en courbe, sur chaussée mouillée, sur arbre ou poteau hors agglomération et les accidents impliquant une moto.

L'étude détaillée des accidents sur autoroute et sur Voie Rapide Urbaine (fiche n° 23) a donné lieu à la définition des grands enjeux et des scénarios d'accidents survenus sur ces objets routiers au cours de ces dernières années. Les travaux, basés sur l'analyse des procédures d'accidents corporels ont permis de mieux comprendre les mécanismes d'accident et de définir une série de facteurs intervenant dans le déclenchement de l'accident ou dans les conséquences d'une sortie de chaussée.

Dans le prolongement de cette étude, une recherche bibliographique et sur des sites Internet (près de 200 ouvrages ou sites analysés) a été menée pour trouver des actions correctives menées en France et à l'étranger pour tenter de réduire le nombre et la gravité des accidents. Le travail intègre une veille technologique de projets de recherche (RADARR, ARCOS, SAFEMAP, RISER, RANKERS...) ou opération (TRUCKS) en cours ou récents.

Un rapport (fiche n° 24) reprend ces contremesures sous la forme d'un catalogue, organisé en fonction des scénarios précédemment définis (fiche n° 23). Les préconisations qui y figurent ont été classées en fonction de leur efficacité. Si la plupart ont fait l'objet d'une recherche bibliographique, d'autres sont citées à titre indicatif, car elles sont en cours d'expérimentation ou d'évaluations. Un regard particulier a été porté sur les facteurs relatifs à l'infrastructure. Unique en son genre, ce document didactique et pratique a pour vocation de porter à la connaissance des gestionnaires de voies à caractéristiques autoroutières urbaines et/ou rurales, les principaux résultats de recherche sur les aménagements améliorant la sécurité. Ce document est conçu de manière conviviale pour les aider à identifier rapidement des solutions aux problèmes de sécurité qu'ils doivent régler en fonction de leurs objectifs de sécurité et de leurs moyens financiers. Il sera complété par une version sous tableur afin de faciliter son utilisation sur la base du prototype proposé.

Ce document regroupe une vingtaine de scénarios d'accidents étudiés, qui donnent lieu à près de 200 contremesures orientées vers l'infrastructure, les usagers et les véhicules.

En résumé : un guide des contremesures adaptées aux différents scénarios d'accidents sur autoroute et VRU, à valoriser par l'élaboration d'un logiciel en reprenant le contenu sous une forme plus pratique.

7 Les résultats de l'opération : Sujet 4 - Gestion des risques à destination du conducteur et des constructeurs automobiles

7.1 Présentation

Rappel des objectifs

La problématique abordée dans ce sujet concerne la définition théorique de fonctions de risque prenant en compte l'usage de la route et les caractéristiques de cette route. Cette définition théorique devant être validée par des expérimentations. En effet, les travaux initiés dans le cadre du projet ARCOS sur le développement de fonctions de risque ont montré l'existence de pistes de recherches particulièrement intéressantes. En formalisant et modélisant des liens entre l'usage de la route (i.e. déterminants du comportement du conducteur) et les caractéristiques de la route (géométrie, adhérence, distance de visibilité, ...), nous avons commencé à développer en 2004 des outils et méthodes permettant de caractériser de manière objective certains dysfonctionnements du système Véhicule Infrastructure Conducteur. Par exemple, avec le système d'alerte en virage, le conducteur est averti si sa vitesse en approche de virage n'est pas en adéquation avec le profil routier qu'il va devoir franchir.

Les objectifs de ce sujet seront doubles. Une première partie consistera à compléter les travaux commencés dans le cadre d'ARCOS, à la fois sur les plans théorique et expérimental, afin d'enrichir les fonctions de risque existantes, notamment en prenant en compte des indicateurs visuels et des données plus précises sur le comportement des conducteurs, et de les étendre à d'autres situations (ligne droite, contrôlabilité du véhicule). Ensuite, les indicateurs obtenus permettront d'intégrer la notion de risque dans les systèmes d'aide à la conduite. En effet, l'utilisation de fonctions de risque dans les systèmes d'aide à la conduite offre une perspective intéressante pour répondre à la question de l'intégration de ces systèmes. Cette fonction de risque permettrait d'évaluer le risque lié aux différents chemins possibles quant à l'utilisation de plusieurs assistances en simultané.

Au sein de l'opération de recherche Risque Routier, le sujet 4 est lié aux sujets 1 et 2. La prise en compte de paramètres nouveaux dans la fonction de risque se fera en utilisant les outils et méthodes développés par les opérations contrôlabilité, Métrologie des Trajectoires et du Trafic et Visibilité. Les équipes intervenant dans le sujet 4 participent aux projets européens, en préparation, CVIS et SAFESPOT, dans les fonctions inter-urbaines, ainsi que dans le projet en cours DeuFraKo SafeMap. Les résultats de ces projets seront directement intégrés dans l'opération.

Les produits de ce sujet seront, tout d'abord, des connaissances sur l'usage de la route par les conducteurs en fonction des caractéristiques routières, des méthodes et des outils permettant de mesurer le risque lié à cet usage, ainsi que des systèmes d'assistances transcrivant ce risque au conducteur.

Méthodes et données utilisées

Les travaux réalisés dans le cadre du sujet 4 de l'opération de recherche ont été fortement orientés par les projets de recherche qu'ils soient prévus dans le cadre du cahier des charges ou inclus au cours de l'opération.

Résultats, portée

La définition première du sujet 4 est de fournir au conducteur un indicateur permettant d'évaluer sa prise de risque en fonction de différents critères, qu'ils soient développés dans le cadre de l'opération ou provenant des travaux d'autres opérations. Une architecture globale a été définie, que ce soit pour les systèmes infrastructure ou les applications embarquées. La figure 10 présente une version simplifiée de cette architecture.

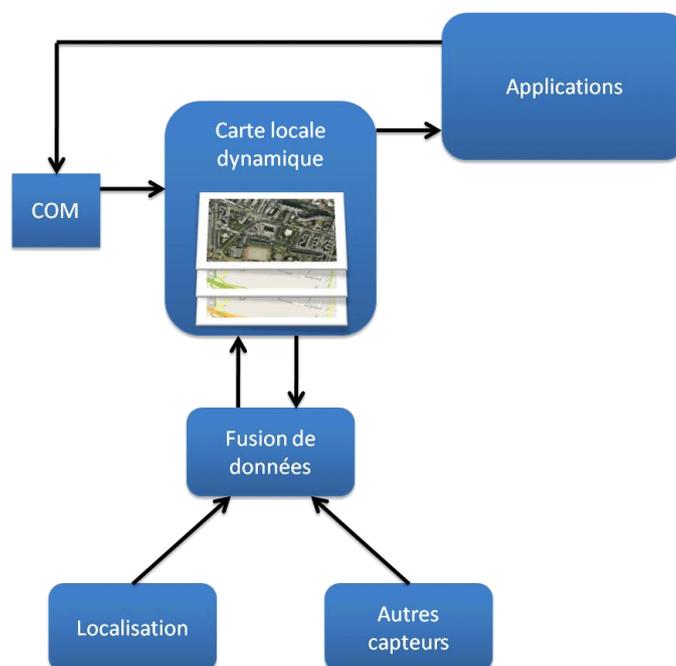


Illustration 10: Architecture des systèmes développés

En quelques mots, cette architecture est fondée sur une carte locale dynamique renseignée par des capteurs intégrés aux systèmes (un GPS, une caméra sur un mât pour l'infrastructure ou des données échangées sur le bus CAN d'une voiture) ou par des informations provenant d'autres unités (véhicule ou borne infrastructure) par la communication. La carte locale peut alors être lue par des applications afin de générer des messages d'alerte, des avertissements. La carte locale dynamique est une carte numérique constituée de plusieurs couches. Chaque couche contient des éléments dont la dynamique, ou la précision, est plus importante qu'au niveau précédent. Au niveau le plus bas la carte contient les informations présentes sur la carte traditionnelle. Le niveau supérieur permet de connaître par exemple la position des autres véhicules, de feux de signalisation. Le niveau le plus élevé va contenir les informations de phase de ces feux de signalisation ou des données précises sur les autres véhicules.

Dans la suite, nous allons détailler quelques travaux effectués sur les différents modules de cette architecture. Cette liste n'est pas exhaustive : compte tenu du nombre de projets, il semble difficile de présenter l'intégralité des résultats.

7.2 La localisation (CVIS)

Dans CVIS, sous projet POMA (Positioning and Mapping), Deux axes de recherche ont été poursuivis dans le cadre du projet CVIS : rendre la localisation plus robuste et arriver à une localisation par voie.

Dans l'objectif de rendre la localisation des véhicules plus robuste et d'une précision métrique (positionnement dans la voie de circulation), une approche fondée sur l'IMM (interacting multiple model) a été développée. Cette approche est couramment utilisée pour le suivi des cibles dans le domaine militaire et présente de nombreux avantages : rapidité d'exécution, robustesse de la méthode, utilisation de modèles dédiés à des manœuvres particulières, et surtout calcul des probabilités sur chaque modèle permettant d'identifier le ou les modèles d'évolution les plus probables à la situation en cours. Les modèles utilisés par cette méthode ont été étendus afin de prendre en compte les caractéristiques des déplacements des véhicules (accélération constante, vitesse constante, virage constant, arrêt, marche arrière). De plus, afin d'adapter la méthode IMM classique au problème du positionnement d'un véhicule, des mécanismes ont été ajoutés pour permettre la prise en compte et la fusion de données provenant de capteurs asynchrones. Des tests de précision et de robustesse ont été effectués : les résultats obtenus sont très encourageants et montrent que cette approche est plus adaptée au problème de localisation routière que des approches classiques mono-modèle (extended Kalman, DD1, DD2, UKF).

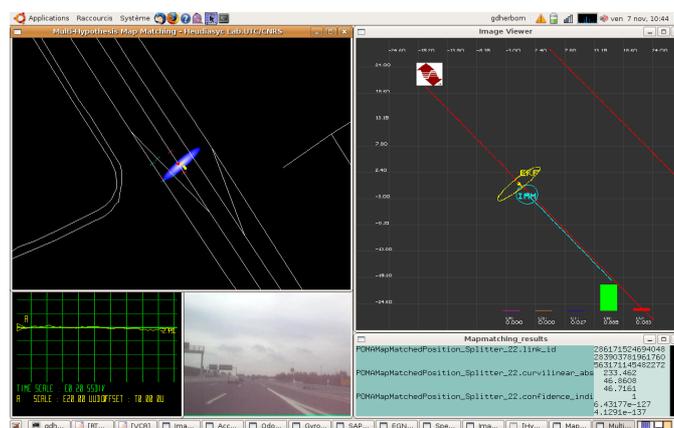


Illustration 11: Algorithme IMM

L'autre approche développée utilise la connaissance a priori de la route afin d'améliorer la localisation : Emap implémenté dans la POMAbbox.

Ce mode de positionnement est, sur le principe, assez clairement illustré sur l'image jointe. On y voit bien le découpage en clothoïdes, la géométrie précise des routes, la capacité du filtre à tracker plusieurs hypothèses de map-matching, tout en se contraignant à l'espace roulant (positions prédites en vert puis bleu sous contraintes), et enfin comment un indicateur de confiance est calculable naturellement en comptant les particules pour chaque hypothèse. Ainsi, on peut délivrer la voie la plus probablement occupée, et ses alternatives. Au numéro de voie (en soit sans intérêt) est attaché un double attribut constitué du "lane id" et du "total nb", par exemple 1/3 pour la voie (numéro 414 ici) la plus à droite sur un total de 3.

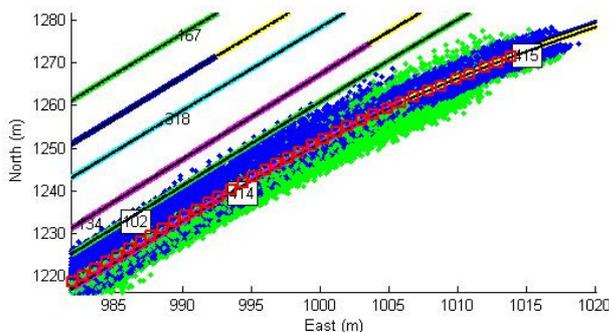


Illustration 12: Positionnement Emap

Le LCPC a livré à POMA une étude de faisabilité sous Matlab du concept de positionnement aidé par

la carte précise (Emap-aided location at lane level), avec de nombreuses publications à des revues et des congrès, et une implémentation en C++ sous environnement RTMAPS d'une version simplifiée de ce concept.

7.3 Les autres capteurs (SAFESPOT)

Parmi les capteurs développés dans le cadre du projet SAFESPOT, le LCPC a travaillé sur un capteur fondé sur la vidéo permettant de détecter et de mesurer les conditions de visibilité.

Les applications (DIVAS, CVIS, SAFESPOT)

De nombreuses applications ont été développées dans le cadre des différents projets. Une variable commune de ces applications est la définition d'une vitesse sûre. L'architecture pour le calcul de cette vitesse varie. Certains points communs peuvent être mis en avant :

- L'utilisation de la vitesse légale : celle-ci est supposée connue par le système. Ce sera dans tous les cas la vitesse maximale donnée par le système.

La définition d'une vitesse de référence : cette vitesse peut soit être déterminée à partir de données expérimentale, par exemple des relevés effectués sur des boucles, soit être définie en utilisant un modèle de comportement, comme le modèle SAVV.

La définition d'un décrétement de vitesse ou de vitesses limite secondaire : c'est dans cette partie que les architectures sont les plus différentes. Certaines définissent directement une vitesse secondaire à respecter (par exemple en cas de visibilité dégradée), d'autres cherchent une pondération, fonction du phénomène observé, qui viendra diminuer la vitesse de référence.

Par exemple dans le cas de la visibilité atmosphérique, le système évalue un risque dans une situation normale, puis il mesure la distance de visibilité, et les autres paramètres accessibles. Connaissant ces paramètres, il recalcule le nouveau risque, puis cherche le décrétement de vitesse nécessaire afin d'obtenir le même niveau de risque que pour la situation normale. Les méthodes de calcul du risque sont développées dans le livrable de L. Patte.

8 Les produits de l'opération et leurs valorisations

8.1 Produits et productions

Les produits de l'opération sont globalement évoqués ci-dessus par sujet (chap. 4 à 7). La nature, le contenu de chacun d'entre eux est donnée en annexe : une fiche par produit. Le présent chapitre concerne donc essentiellement les valorisations de ces produits : valorisations déjà réalisées, en cours, programmées, prévues, ou seulement souhaitable.

On rappellera néanmoins au préalable que les produits *stricto sensu* (appareil, matériel, produit informatique, démonstrateur...) développés ou mis au point dans le cadre de l'opération sont particulièrement nombreux, les plus significatifs étant les suivants :

- MOGEO,
- IRCAN2,
- IREVE,
- le DiRCO,
- « VOICIE » (le véhicule instrumenté de l'ERA 33),
- le logiciel de calcul de l'indice obstacle, l'évolution d'Alertinfra...
- les véhicules démonstrateurs communicants « TIC & TAC » (Transport intelligent coopératif & Télécommunications pour les aides à la conduite),
- le site instrumenté et communicant du LIVIC à Satory (78) et ses véhicules instrumentés ;

A cela il faut ajouter de nombreuses productions (rapports de recherche, méthodes d'essai...), dont :

- les deux méthodes d'essai « caractéristiques géométriques » et « imagerie routière » ;
- les rapports sur les risques adhérence, visibilité, accotement et obstacles ;
- le rapport sur les lois d'évolution de l'adhérence ;
- le document sur les carrefours plans : enjeux, aménagements, innovations, indice de risque...
- les guides sur les contremesures sur voies à caractéristiques autoroutières (urbaines ou non).

Au total, plus de 30 produits ou productions significatives sont identifiés, dont une grande part ont une vocation opérationnelle pour l'une des cibles de l'opération (gestionnaire, RST, constructeurs/équipementiers...).

Communications et congrès (colloques, séminaires, journées scientifiques ou techniques)

Une journée d'information en milieu de troisième année intitulée « Méthodes d'évaluation du risque routier lié aux caractéristiques des infrastructures » a été organisée le 11 septembre 2008. Elle a eu pour objectif de présenter les premiers résultats de l'opération de recherche à des utilisateurs potentiels pour affiner l'orientation de nos développements et valorisation sur le reste de l'opération. (mettre les résultats du CR et du suivi Sc).

Un séminaire de clôture de l'opération de recherche est également programmé les 14 et 15 septembre 2010. Il sera commun à deux autres opérations : « Adhèrece et contrôlabilité » et MTT (Métrologie des trajectoires).

Plusieurs productions seront également présentées dans le cadre du colloque PRAC – SARI (4-6 mai 2010).

L'opération a donné lieu (ou va donner lieu) à un ensemble de communications et publications: Les informations fournies par les unités sont les suivantes :

- J.-M. BLOSSEVILLE, J. EHRLICH, S. GLASER, N. HAUTIERE et F. PEYRET, Vers une sécurité routière accrue par la coopération véhicule-infrastructure : contributions du LCPC au projet SAFESPOT, in Congrès ATEC-ITS France, Issy-les-Moulineaux, France, 30-31 janvier 2007
- J. BOSSU, N. HAUTIERE et J.-P. TAREL, Utilisation d'un modèle probabiliste d'orientation de segments pour détecter des hydrométéores dans des séquences vidéo, in XXII Colloque GRETSI, Dijon, France, 8-11 septembre 2009.
- C. BOUSSARD, N. HAUTIERE et B. d'Andréa NOVEL, Vehicle dynamics estimation for camera-based visibility distance estimation, in IEEE/RSJ International Conference on Intelligent RObots and Systems (IROS'08), Nice, France, p. 600–605, September 22-26 2008
- CERESO, V. and GOTHIE, M. « Pavement prediction performance models and relation with traffic fatalities and injuries », 6th symposium on pavement surface characteristics : SURF 2008, Portoroz, Slovenia, 19th-22nd October 2008.
- CERESO, V. , CONCHE, F. and DUPRE, G. « Software ALERTINFRA: a tool for safety study », 89th Transportation Research Board (TRB), Washington, USA, 10th – 14th January, 2010.
- CERESO, V. « Relation entre l'évolution de l'adhérence des revêtements routiers et l'accidentologie », PRAC 2010, Paris, France, Mai 2010.
- DESIRE L.. « Véhicule d'Observation de l'Interaction du Conducteur avec l'Infrastructure et l'Environnement de la Route » - Proposition d'une présentation dans le cadre du congrès ITS Bretagne de septembre 2010 (valorisation du financement DSCR et du travail avec l'ISTA et le Véhipole).
- DURAND, J.F. « Évaluation des risques et sur-risques en relation avec l'adhérence des chaussées » PRAC 2010, Paris, France, Mai 2010.
- N. HAUTIERE, J.-P. TAREL et D. AUBERT, Free space detection for autonomous navigation in daytime foggy weather, in IAPR Conference on Machine Vision Applications (MVA'09), Yokohama, Japan, May 20-22 2009
- N. HAUTIERE, E. DUMONT, R. BRÉMOND et V. LEDOUX, Review of the mechanisms of visibility reduction by rain and wet road, in International Symposium on Automotive Lighting (ISAL'09), Darmstadt, Germany, September 2009.
- N. HAUTIERE, E. BIGORGNE et D. AUBERT, Daytime visibility range monitoring

through use of a roadside camera, in IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV'08), Delft, The Netherlands, June 4-6 2008.

- N. HAUTIERE, E. BIGORGNE, J. BOSSU et D. AUBERT, Meteorological conditions processing for vision-based traffic monitoring, in International Workshop on Visual Surveillance - in conjunction with ECCV'08, Marseille, France, October 2008.
- N. HAUTIERE, J. BOSSU, E. BIGORGNE, N. HIBLOT, A. BOUBEZOUL, B. LUSSETTI et D. AUBERT, Sensing the visibility range at low cost in the SAFESPOT road-side unit, in ITS World Congress, Stockholm, Sweden, 21-25 september 2009.
- N. HAUTIERE et A. BOUBEZOUL, Combination of roadside and in-vehicle sensors for extensive visibility range monitoring, in IEEE International Conference On Advanced Video and Signal Based Surveillance, Genoa, Italy, september 2009.
- N. HAUTIERE, J. BOSSU et C. BRAND, Une solution d'acquisition d'images à multiples fonctions de réponse, in XXII Colloque GRETSI, Dijon, France, 8-11 septembre 2009
- N. HAUTIERE, P. CHARBONNIER, E. DUMONT, S. GLASER, E. VIOLETTE. Improving the Credibility, and Compliance with, Speed Limits: a Real-World Approach, Safe Highways of the Future, Bruxelles, Belgique, 12-14 février 2008.
- N. HAUTIERE, P. CHARBONNIER, E. DUMONT, S. GLASER, E. VIOLETTE. Accroître la crédibilité et le respect des limites de vitesse : une approche empirique et calculatoire. Dans Séminaire Trajectoires et Sécurité Routière, Nantes, France, 13-14 Mars 2008.
- N. HAUTIERE, P. CHARBONNIER, E. DUMONT, S. GLASER, E. VIOLETTE. Vers une modulation des limites de vitesses. Dans Congrès Interoutes, Rennes, septembre 2008.
- PATTE, L. « Évaluation du risque en relation avec la visibilité » PRAC 2010, Paris, France, Mai 2010.

Par ailleurs, des présentations plus ou moins formelles sont identifiées ou prévues, par exemple : VOICIE dans le cadre de la journée d'échanges sur le travail des ERA et ER organisée conjointement par CERTU et SETRA (18 décembre 2009), la présentation de l'indice obstacles à la journée « équipements de la route » organisée par la Cotita Centre-Est (29/05/2009)

Publications et articles de valorisation des recherches

Les publications et articles (éventuellement associés aux communications identifiées supra) sont :

- CERESO, V. and Gothié, M. « Pavement prediction performance models and relation with traffic fatalities and injuries », 6th symposium on pavement surface characteristics : SURF 2008, Portoroz, Slovenia, 19th-22nd October 2008.
- CERESO, V. , Conche, F. and Dupré, G. « Software ALERTINFRA: a tool for safety

study », 89th Transportation Research Board (TRB), Washington, USA, 10th – 14th January, 2010.

- CERESO, V. « Relation entre l'évolution de l'adhérence des revêtements routiers et l'accidentologie », PRAC 2010, Paris, France, Mai 2010.
- CHARBONNIER, P., MUZET, V., NICOLLE, P., HAUTIERE, N. , TAREL, J-P., AUBERT, D. La stéréovision appliquée à l'analyse de scènes routières. Bulletin des Laboratoires des Ponts et Chaussées, n°272, pp 57-73, oct. 2008.
- M. JOKELA, M. KUTILA, J. LAITINEN, F. AHLERS, N. HAUTIERE et T. SCHENDZIELORZ, Optical road monitoring of the future smart roads - preliminary results, International Journal of Computer and Information Science and Engineering, vol. 1, no. 4, p. 240–245, 2007.
- PATTE, L. « Évaluation du risque en relation avec la visibilité » PRAC 2010, Paris, France, Mai 2010.

L'élaboration d'un document de synthèse consacré, largement ou exclusivement, à l'opération « Risques routiers », un ERLPC, ou éventuellement un BLPC, a été identifiée comme souhaitable, surtout en termes de valorisation pour la recherche. Ce sera évidemment un support utile pour faciliter l'appropriation par les STC et les CETE.

Autres valorisations et quelques perspectives

- Le cycle de formation à IREVE, organisé par l'ERA 27
- L'utilisation des exploitations de Mogéo par le Sétra sur un linéaire important
- Mogéo : La fonction de relevé du dévers moyen, assurée par MOGÉO, est susceptible d'être réutilisée dans la nouvelle génération de transversoprofilage dynamique à laser (PALAS 3) pour permettre le calcul de la hauteur d'eau théorique (ou potentielle) dans les ornières, qui constitue un indicateur du risque d'aquaplanage.
- Dans le cadre de l'opération de recherche I2V : travail en partenariat avec l'ERA17 et le LEPSIS sur l'identification des stratégies visuelles des conducteurs au regard des descripteurs physiques et de la sémantique de la route ;
- Dans le cadre du Projet FUI « SURVIE » : le travail sur les mécanismes de réduction de la visibilité par la pluie et les projections d'eau.
- VOICIE dans le cadre de l'opération SERRE, pour l'évaluation des acceptabilités a posteriori de la voie réversible du Pont de Saint-Nazaire.
- Dans le cadre de l'opération de recherche PREVER : participation à la méthodologie sur l'observation de l'interaction entre l'utilisateur et l'infrastructure en situation de conduite réelle.

9 Conclusions et éléments de prospective

Ce rapport met en évidence l'atteinte d'une majorité des objectifs initiaux de l'opération de recherche « Risques routiers ». Il convient notamment de souligner les nombreuses productions et produits (une trentaine, toutes catégories confondues), dont de nombreux sont déjà utilisables dans un cadre opérationnel, soit pour la recherche (et des opérations en cours ou démarrant en 2010 : PREVER, I2V...), soit pour le diagnostic des infrastructures, soit pour contribuer à diffuser les connaissances issues de la recherche aux gestionnaires, ou enfin à destination des équipementiers.

Cela concerne des outils, des méthodes d'essai, mais aussi des documents à vocation plus didactique. Les plus significatifs sont sans doute : des indicateurs de risques et les concepts associés, les appareils mlpc MOGEO, IREVE et IRCAN2, les méthodes d'essai pour le relevé des caractéristiques géométriques d'une part et l'imagerie routière d'autre part, le Véhicule d'Observation de l'Interaction du Conducteur avec l'Infrastructure et l'Environnement de la Route (VOICIE), le rapport sur les contremesures sur autoroute et VRU ; les véhicules communicants « TIC & TAC », et le site instrumenté de Satory, ces deux derniers pour développer et évaluer des systèmes d'assistances à la conduite fondés sur les systèmes coopératifs.

Si la très grande majorité des travaux engagés sont finalisés à l'échéance de la clôture de l'opération, quelques travaux restent néanmoins à prolonger :

- les projets hébergés dans l'opération, mais dont l'échéance dépasse 2009 (DIVAS, Safespot, CVIS en 2010), Partage (2008-2011), ABV (2009 – 2012).
- la tranche 2 de IREVE, et le passage en mode Stéréovision. Ces développements ont vocation à être hébergés par I2V.

Des qualifications restent à prononcer (à la date d'élaboration du présent rapport) par le LCPC : MOGEO, méthodes d'essais pour le relevé des caractéristiques géométriques et l'imagerie routière.

Le sujet 2 « Identification des risques liés aux comportements conducteurs » n'a pas atteint tout ces objectifs. Ce sujet particulièrement vaste était sans doute excessivement ambitieux pour une approche pour laquelle l'expérience et les travaux antérieurs étaient somme toute limités. En outre, il n'a pas eu le soutien escompté (et nécessaire) au travers de projets ANR (CCC, C3R3). La forte attente vis à vis de ce type de sujet (cf. *naturalistic driving* et les nombreux projets qualifiés FOT qui émergent aujourd'hui, dans la même ligne que le contenu du sujet 2.) montre néanmoins que l'intuition était bonne.

Le déroulement de l'opération a contribué à mettre en évidence les difficultés pour la collaboration et l'échange d'informations entre les projets de recherche (ANR...) et les opérations qui les hébergent. Par ailleurs, la multiplication des projets (et des réponses à des appels à proposition) a pu aussi hypothéquer sensiblement les ressources et les moyens (limités) qui auraient pu, sinon, être davantage consacrés aux travaux plus directement reliés aux objectifs initiaux.

Si de nouvelles opérations de recherche du programme K ne constituent pas à proprement parler la suite de « Risques routiers », des liens évidents existent avec PREVER et I2V. Des outils développés dans le cadre de Risques routiers, pourront directement être utilisés dans ces opérations. Il en est aussi de même de certains concepts, méthodes, indicateurs et connaissance.

L'évolution de l'offre en matière d'outils et de méthodes pour les diagnostics de sécurité, voire pour les audits et inspections de sécurité, ont vocation à être pris en compte par les méthodologies de référence et donc notamment par les STC (Sétra, Certu...). Des connaissances sur le lien entre l'insécurité et les caractéristiques des voies méritent d'être prises en compte, notamment dans le cadre

des réflexions sur les paramètres fondamentaux qui servent à l'élaboration des règles de l'art (ex : cas de la visibilité). Là encore, la cible première est le RST, STC en tête.

La journée d'information du 11 septembre 2008, qui a bénéficié d'une large participation, a montré les attentes fortes et multiples qui existaient concernant les produits/productions de Risques routiers. Le séminaire de clôture programmé en septembre devra être l'occasion de mobiliser des cibles variées dans la communauté technique afin de contribuer à la diffusion ou du moins la connaissance des principaux apports de l'opération. La conférence PRAC/SARI y contribuera déjà, sur certains aspects ayant une composante globalement plus scientifique, comme d'autres conférences ou congrès plus spécialisés. La publication d'une ERLPC (ou éventuellement un BLPC), consacré à l'opération « Risques routiers » - est envisagée pour compléter le dispositif. Néanmoins, aucun financement n'a été prévu en 2010 pour cette action.

10 Annexes : Fiches de synthèse des produits et des productions

Index des fiches

Fiche 1: Logiciel IREVE tranche 1.....	38
Fiche 2: Logiciel IREVE tranche 2.....	40
Fiche 3: Méthode d'Essai Imagerie Routière.....	41
Fiche 4: IRCAN/IREVE Stéréovision.....	43
Fiche 5: MOGÉO.....	45
Fiche 6: Détection des alertes par Alertinfra à partir des données MOGEO.....	47
Fiche 7: Méthode d'essai LPC Relevé de la géométrie des tracés routiers.....	48
Fiche 8: Lois d'évolution de l'adhérence et relation avec l'accidentologie.....	50
Fiche 9: Synthèse bibliographique sur quelques modèles d'évolution de l'adhérence.....	51
Fiche 10: Évaluation des risques et sur-risques en relation avec l'adhérence des chaussées.....	52
Fiche 11: Schémas itinéraires des sites choisis pour l'analyse de l'évolution de l'adhérence.....	54
Fiche 12: Évaluation de l'efficacité des accotements revêtus.....	55
Fiche 13: Application « indice obstacles ».....	57
Fiche 14: Indicateur de risque lié aux obstacles.....	58
Fiche 15: Évaluation du risque en relation avec la visibilité.....	60
Fiche 16: Sécurité des carrefours plans ordinaires en rase campagne.....	62
Fiche 17: VOICIE.....	64
Fiche 18: Circuit d'observation de l'interaction du conducteur avec l'infrastructure et l'environnement de la route en Côtes d'Armor.....	66
Fiche 19: Outil d'observation du comportement du conducteur en bord de voie.....	68
Fiche 20: Outils d'observations et d'analyse du comportement du conducteur en situation de conduite.....	70
Fiche 21: Acceptabilité individuelle et sociale dans les projets LAVIA et AJISE.....	72
Fiche 22: Les enjeux nationaux et leur évolution.....	74
Fiche 23: Mécanismes d'accidents sur autoroute.....	75
Fiche 24: Contremesures possibles sur autoroute et sur VRU.....	76
Fiche 25: Estimation d'un indicateur de la visibilité.....	78
Fiche 26: Méthode d'interprétation des trajectoires et calcul d'un facteur de risque de perte de contrôle en virage.....	80
Fiche 27: Mécanismes de réduction de la visibilité par la pluie et les projections d'eau.....	81
Fiche 28: Système de détection des conditions de visibilité (brouillard, pluie) et d'estimation de la distance de visibilité par caméra fixe.....	83
Fiche 29: Logiciel de Lane-Matching.....	86
Fiche 30: Projet européen CVIS.....	88
Fiche 31: DIRCO.....	91
Fiche 32: Projet européen SAFESPOT.....	94

Fiche 1: Logiciel IREVE tranche 1

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 1
Intitulé	Logiciel IREVE tranche 1	
Sous-titre	OD 21K06321	
Producteur(s)	CECP Angers, pilotage Alain Robert puis Philippe Lapeyre puis Valérie Muzet	
Autres contributions	LR d'Angers, LR de Blois, LR de Bordeaux, LR de l'Est Parisien, LR de Lille, LR de Meulin, LR de Rouen, LR de Strasbourg	
Date de réalisation	Qualification complète en janvier 2009	
Références	OD 21K06321	
Nature	I (Informatique)	
Résumé	<p>- Contexte/problématique</p> <p>Les banques de données d'images de la route et de son environnement proche (ou scènes routières) sont de plus en plus demandées par les gestionnaires routiers. L'imagerie routière permet une exploitation visuelle à la demande, par la navigation dans les séquences d'images. Elle simplifie de ce fait les dialogues inter services, la préparation de travaux, la visualisation de zones difficiles d'accès ou pour lesquelles des problèmes de sécurité ont été mis en évidence, par exemple.</p> <p>Elle permet également d'extraire des informations et de réaliser des relevés utiles à la connaissance du patrimoine et à la sécurité routière. Ce relevé précis peut être systématique, à des fins d'inventaire pour alimenter des bases de données (mémoire du patrimoine), ou ponctuel, en fonction des besoins de l'exploitant.</p> <p>- Fonctionnalités et performances du produit</p> <p>La plate forme logicielle IREVE (Imagerie Routière Etalonnage Visualisation Exploitation) propose aux utilisateurs de l'appareil mlpc® d'acquisition IRCAN et aux gestionnaires une palette évolutive d'outils d'exploitation. Elle se décline en deux modules (IREVE LABO et GESTIO) et une version simplifiée: la visionneuse IREVE-VISIO.</p> <p>La visionneuse comporte des outils de visualisation des images d'environnement et des événements relevés et enregistrés par le fournisseur d'images ainsi que des outils de navigation.</p> <p>Le module de prétraitements (licence IREVE LABO) est destiné aux équipes réalisant les prises de vue avec l'équipement mlpc® IRCAN. Il rassemble tous les pré-traitements des séquences d'images et permet notamment de réaliser un calibrage permettant des mesures dans l'image et un repositionnement précis du bornage de référence à partir des images.</p> <p>Le module de relevé et d'exploitation IREVE GESTIO est un outil d'analyse d'itinéraires routiers qui permet de positionner longitudinalement et latéralement des objets d'intérêt le long d'un itinéraire, ou encore de relever des caractéristiques de la chaussée et de son environnement. Il comporte des outils de relevé, repérage et sauvegarde d'événements. Ceux-ci peuvent être</p>	

	<p>ponctuels, comme dans le cas des panneaux de signalisation ou continus, pour les fossés ou les glissières par exemple. Des mesures dimensionnelles peuvent être effectuées dans le plan de la chaussée (ex : largeur de voie ou de chaussée, distance au bord de la chaussée, mesure de surface) et affectées à des événements. Le logiciel calcule la longueur des événements continus à travers la séquence d'image où ils apparaissent.</p> <p>IREVE est livré avec un catalogue de rubriques comportant l'ensemble de la signalisation verticale et les équipements et dépendances au sens du document IQDE du SETRA de 1984 et comporte des outils de création et de gestion de rubriques.</p> <p>- Qualification/validation</p> <p>IREVE visio et labo ont été qualifiés en février 2007</p> <p>IREVE Gestio a été qualifié en janvier 2008</p> <p>Le rapport de bilan de l'OD a été fourni au LCPC en avril 08 et remis à jour en septembre 2009.</p> <p>- Les suites à donner</p> <p>Réalisation d'une acquisition puis exploitation par stéréovision pour permettre des mesures plus précises et non limitée au plan de la chaussée.</p> <p>Évolution du logiciel afin de permettre du montage de session et la gestion d'itinéraire, intégration d'outils semi automatiques issus de la recherche (IREVE tranche 2).</p> <p>Des outils dits "simple-clic" permettant de faciliter la saisie d'objets dans les séquences d'images ont été développées sous forme de bibliothèques dynamiques. Ces algorithmes se basent en grande partie sur les outils de recherche en traitement d'image sur la détection des bords de chaussée et des bords de marquages (LEPSIS, DMI, ERA27).</p>
Mots clés	Imagerie Routière, AGR
Confidentialité	Non
Valorisation	<p>Formation, groupe utilisateur, site web, communications à Interoute, aux JTR, lors de journées techniques...</p> <p>Action au niveau des STC (Sétra et Certu) pour intégration dans la démarche d'analyse de la SR (SURE, ISRI...)</p>
Commentaires	

Fiche 2: Logiciel IREVE tranche 2

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 1
Intitulé	Logiciel IREVE tranche 2	
Sous-titre	OD 21K06381	
Producteur(s)	Valérie Muzet, CECP Angers	
Autres contributions	LCPC, LR de Rouen, LR de Strasbourg	
Date de réalisation	2010	
Références	OD 21K06381	
Nature	I (Informatique), CdCF	
Résumé	<p>- Contexte/problématique (scientifique, technique, opérationnelle)</p> <p>La plate forme logicielle IREVE Tranche 1 qui a été qualifiée ne comportait pas l'ensemble des fonctionnalités prévues dans le cahier des charges dont notamment des fonctionnalités de gestion d'itinéraire qui sont indispensables aux utilisateurs.</p> <p>De plus, IREVE a vocation à intégrer des travaux issus de la recherche comme en particulier des outils de traitements semi automatiques.</p> <p>- Fonctionnalités et performances du produit</p> <p>Le cahier des charges a été accepté en avril 2008.</p> <p>Les objectifs d'IREVE Tranche 2 sont les suivants :</p> <p>amélioration des prétraitements avec notamment l'amélioration de la gestion du calibrage, l'intégration de Calcam (cela a été demandé lors de la qualification de la tranche 1) et la compatibilité avec SEMI à l'issue des prétraitements,</p> <p>l'ajout d'un module de montage,</p> <p>une organisation par itinéraire,</p> <p>l'intégration d'outils de semi automatisation issus de la recherche qui ont été validés.</p> <p>- Qualification/validation : Prévues dans le cadre d'I2V</p> <p>- Les suites à donner</p>	
Mots clés	Imagerie Routière, AGR	
Confidentialité	Non	
Valorisation	A définir.	
Commentaires	<p>Etat d'avancement à l'issue de Risques Routiers :</p> <ul style="list-style-type: none"> - CdCF : avril 08 - Etude fonctionnelle pour la partie prétraitement, montage et gestion d'itinéraire : mars 09 - Version IREVE T2 Labo complète (montage et colorisation) avec Calibcam finalisé et intégré 	

Fiche 3: Méthode d'Essai Imagerie Routière

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 1
Titre	Méthode d'Essai Imagerie Routière	
Sous-titre	Relevé d'informations routières à partir d'images de la route et de son environnement	
Auteur(s)	Valérie Muzet	
Autres contributions	LR Rouen, LR de Nancy, CETE de Lyon	
Date de publication	Soumis au LCPC en juillet 09	
Références	21K06331	
Nature	[M] Méthode d'essai	
Résumé	<p>- Contexte/problématique</p> <p>Les banques de données d'images de la route et de son environnement proche (ou scènes routières) sont de plus en plus demandées par les gestionnaires routiers. Les relevés in-situ posent de plus en plus de problèmes de sécurité.</p> <p>L'imagerie routière permet une exploitation visuelle à la demande, par la navigation dans les séquences d'images. Elle simplifie de ce fait les dialogues inter services, la préparation de travaux, la visualisation de zones difficiles d'accès ou pour lesquelles des problèmes de sécurité ont été mis en évidence, par exemple.</p> <p>Elle permet également d'extraire des informations et de réaliser des relevés utiles à la connaissance du patrimoine et à la sécurité routière. Ce relevé précis peut être systématique, à des fins d'inventaire pour alimenter des bases de données (mémoire du patrimoine), ou ponctuel, en fonction des besoins de l'exploitant.</p> <p>Le suivi de l'évolution permanente d'un réseau routier est facilité par le recours à l'imagerie routière. En effet, lorsque deux numérisations ont été faites à quelques années d'écart, une comparaison entre les relevés vidéos met en évidence les améliorations apportées par les travaux les plus récents.</p> <p>-Objectif du travail</p> <p>La présente méthode d'essais vise à décrire différentes possibilités d'utilisation de l'imagerie routière, en fonction des besoins définis par les gestionnaires de la route.</p> <p>Elle constitue un document général explicitant, à travers un certain nombre d'utilisations courantes, les potentialités de l'imagerie routière mais également ses limites. Les possibilités de relevé dans une image étant illimitées, la méthode ne peut décrire de façon exhaustive toutes les utilisations.</p> <p>- Contenu</p> <p>Après une présentation des principes généraux et de l'appareillage, ce document définit des spécifications et des recommandations sur la façon d'effectuer les prises de vues sur le terrain. La méthode décrit ensuite trois modules en fonction du type de relevé souhaité.</p> <p>Le module 1 concerne la visualisation et les relevés dans une image non</p>	

	<p>calibrée.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Repérage en PR+abscisse de l'image uniquement • Utilisation : présence, absence, comptabilisation d'objets routiers, • En complément d'un autre appareil à grand rendement, afin de permettre une visualisation <p>Le module 2 permet des relevés bidimensionnels dans le plan de la chaussée.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Repérage en PR+abscisse en 2D dans l'image • Utilisations courantes <ul style="list-style-type: none"> ◦ Estimation de largeurs dans le plan de la route ◦ Inventaire de la signalisation verticale, horizontale ◦ IQDE (réf. fascicule IQDE – Sétra – Janvier 2005), ◦ L'alimentation des études de sécurité (Ponctuel, inventaire, Obstacles) <p>Le module 3 permet des relevés tridimensionnels dans l'image.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Repérage en PR+abscisse en 3D dans l'image • Même utilisations courantes, possibilités supplémentaires • Estimation de hauteur d'objets, Estimation de largeurs + précises • Détermination de gamme de panneaux <p>Les mesures effectuées sont des estimations. En cas de contestation du résultat ou de litige, un moyen d'essai reconnu et raccordé est utilisé (mesure par un géomètre par ex.).</p> <p>- les principaux résultats et conclusions</p> <p>Cette méthode s'applique à la réalisation d'images numériques aussi bien pour un gestionnaire d'un réseau important (DIR, société autoroutière, CG pour le réseau structurant...) que pour un gestionnaire d'un réseau plus modeste (commune, collectivité, ONF, CG pour le réseau secondaire et tertiaire, ...)</p> <p>Cette méthode s'applique à la fois au domaine de l'exploitation de la route pour la gestion de patrimoine et au domaine de la sécurité routière.</p>
Mots clés	Imagerie Routière ; obstacle ; signalisation verticale ; IQDE.
Confidentialité	Non
Nombre de pages	33
Valorisation	A lier à la diffusion ou valorisation IREVE et IRCAN
Commentaires	Version modifiée (V0.5) transmise pour validation au LCPC le 23 mars 2010.

Fiche 4: IRCAN/IREVE Stéréovision

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 1
Intitulé	IRCAN/IREVE Stéréovision	
Sous-titre	OD 21K06361	
Producteur(s)	Valérie Muzet, CECF Angers	
Autres contributions	LCPC, LR d'Angers, LR de Strasbourg	
Date de réalisation	2010	
Références	OD 21K06361	
Nature	A (Matériel), I (Informatique), CdCF	
Résumé	<p>- Contexte/problématique (scientifique, technique, opérationnelle)</p> <p>Avec les systèmes d'acquisitions monocaméras, les mesures possibles restent limitées au plan de la chaussée – les pentes transversales ou longitudinales altèrent leurs précisions). La mise en œuvre d'une seconde caméra et des méthodes de stéréovision permet la réalisation de mesures tridimensionnelles. Elles offrent de nouvelles possibilités d'exploitation, telles que la mesure de hauteur, de gamme de panneaux ou de gabarit de troncs d'arbres. Les mesures en rive sont facilitées et les mesures sur chaussées plus précises, grâce à l'utilisation du relief. La contrepartie de ces améliorations est la nécessité d'acquérir simultanément deux vues de la scène routière, à partir d'un véhicule en circulation.</p> <p>Des travaux de faisabilités ont été réalisés par le LRS en collaboration avec le LCPC/SMI et le CECF d'Angers. L'objectif de cette OD est de rendre opérationnels ces travaux.</p> <p>- Fonctionnalités et performances du produit</p> <p>L'acquisition des images doit être simultanée et les caméras positionnées parallèlement afin de simplifier la mise en correspondance des différentes vues. Il faut éviter tout mouvement relatif des deux caméras. Une évolution de l'IRCAN monocaméra a été effectuée et un premier prototype IRCAN Stéréo a été livré pour qualification au LRS.</p> <p>L'ajout dans IREVE d'un module spécifique à la stéréovision permettra la réalisation des mesures 3D.</p> <p>- Qualification/validation</p> <p>Prévue dans le cadre d'I2V</p> <p>- Les suites à donner</p> <p>Prévue dans le cadre d'I2V</p>	
Mots clés	Imagerie Routière, Stéréovision, AGR	
Confidentialité	Non	
Valorisation		
Commentaires	Etat d'avancement à l'issue de Risques Routiers : -CdCF : mars 08	

	<ul style="list-style-type: none">- Etude de faisabilité du système d'acquisition : juillet 08- Livraison du système prototype IRCAN stéréo : mars 09- Etude de faisabilité du système d'exploitation : novembre 09
--	---

Fiche 5: MOGÉO

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 1
Intitulé	MOGÉO	
Sous-titre	Module de relevé des caractéristiques géométriques du tracé d'un itinéraire	
Producteur(s)	Petit Gilles, Fosse Yann	
Autres contributions	Patte Lionel; Faucon Didier, Lesbats Damien, Cérézo Véronique	
Date de réalisation	Septembre 2009	
Références	N° IGOR 21K06333 – N° CECR Rouen 259a00	
Nature	[A] Appareil ou matériel (mesure, essai, ...)	
Résumé	<p>Le projet MOGÉO est né en 2003 d'un besoin de mesures de géométrie des tracés routiers résultant de la standardisation des méthodes de diagnostics de sécurité, lesquelles recommandaient l'utilisation de ces mesures. Des appareils existants assuraient ces fonctions (VANI, PALAS 2), mais il étaient en nombre insuffisant pour répondre à des besoins croissants tels que le développement de la démarche SURE (Sécurité des Usagers sur Routes existantes) ou à des thématiques telles que la mise en conformité de la signalisation liée à la parution du guide SETRA relatif à la hiérarchisation des virages.</p> <p>D'autre part, on recherchait un module peu onéreux (limité au relevé de la géométrie), compatible APO (architecture porte-outils), intégrable sur un porteur multi-mesures type POMMAR afin de permettre par exemple simultanément de relever la géométrie et de recueillir des images d'environnement de la route.</p> <p>Les spécifications à remplir portaient sur les rayons de courbure, les pentes, les dévers ainsi que les grandeurs déduites, sur la base d'un référentiel constitué par la méthode d'essai LPC « Relevé de la géométrie des tracés routiers » dont la mise au point s'est effectuée parallèlement au déroulement de l'opération de développement MOGÉO.</p> <p>MOGÉO relève et restitue les alignements droits ainsi que les virages, en mesurant le rayon de courbure dans une plage de 10 à 2000 m, ce qui permet d'ausculter aussi bien des routes sinueuses que des autoroutes. Le rayon moyen dans un virage est déterminé à 10 % de sa valeur près pour les rayons inférieurs à 600 m et à 15 % près au-delà.</p> <p>En termes de profil en long, les pentes ou rampes sont relevées jusqu'à des valeurs dépassant 12 %. La précision obtenue est meilleure que 0,8 %. Sur un itinéraire on peut également calculer la localisation et l'étendue des points hauts et points bas.</p> <p>La mesure du dévers couvre les cas rencontrés sur tous réseaux, avec une gamme de mesures s'étendant au-delà de ± 10 % et une précision de 0,8 %.</p> <p>Les données sont exportables vers l'outil SEMI et vers ALERTINFRA. Un logiciel intégré permet également le calcul des grandeurs déduites et leur édition sous forme de tableaux et de graphiques. Le géoréférencement des données permet enfin de produire une cartographie 2D de l'itinéraire.</p> <p>La qualification s'est effectuée avec deux prototypes : celui des LR d'Autun/Nancy sur POMMAR et celui du LR Rouen sur un véhicule dédié. Des</p>	

	essais croisés ont été effectués sur les pistes du LIVIC à Versailles/Satory et sur routes ouvertes, dont la géométrie de référence était déterminée à partir de levés géomètres, de plans d'exécution ou de photos aériennes.
Mots clés	Géométrie ; virage ; alignement droit ; rayon ; pente ; dévers
Confidentialité	Non
Valorisation	La fonction de relevé du dévers moyen, assurée par MOGÉO, est susceptible d'être réutilisée dans la nouvelle génération de transversoprofilage dynamique à laser (PALAS 3) pour permettre le calcul de la hauteur d'eau théorique (ou potentielle) dans les ornières, qui constitue un indicateur du risque d'aquaplanage.
Commentaires	Attestation de qualification en cours de rédaction par le LCPC/DGDQN

Fiche 6: Détection des alertes par Alertinfra à partir des données MOGEO

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 1
Titre	Détection des alertes par Alertinfra à partir des données MOGEO	
Sous-titre	-	
Auteur(s)	Cerezo Veronique	
Autres contributions	Mohamed El Mestari	
Date de publication	Février 2009	
Références	G.39740	
Nature	R [rapport de recherche]	
Résumé	<p>Cette étude a pour objectif de vérifier que le logiciel Alertinfra détecte les mêmes alertes avec des données de géométrie issues de MOGEO (module de POMMAR)</p> <p>et de VANI. Des essais réalisés sur les pistes de Satory par les deux systèmes de mesures ont été analysés et comparés (vitesse d'essais de 30 à 80 km/h). Dans un premier temps, les données issues de MOGEO ont du être post-traitées avant utilisation afin d'éliminer les valeurs aberrantes (rayon de courbure fluctuant fortement dans la courbe, pente et dévers invalides). Ensuite, un fichier de données a été généré au pas de 1 mètre (pas du fichier d'entrée Alertinfra) au lieu de 2,5 mètres (pas de sortie MOGEO). Puis, les fichiers Alertinfra obtenus avec les deux appareils ont été comparés. La comparaison a porté sur la localisation des alertes, le type d'alertes détectées et le nombre d'alertes détectées. Cette étude a montré que les résultats étaient comparables.</p>	
Mots clés	Alertinfra, MOGEO, sécurité routière	
Confidentialité	Néant	
Nombre de pages	76 pages	
Valorisation	Amélioration du logiciel Alertinfra qui utilisera directement les fichiers MOGEO	
Commentaires	-	

Fiche 7: Méthode d'essai LPC Relevé de la géométrie des tracés routiers

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 1
Titre	Méthode d'essai LPC Relevé de la géométrie des tracés routiers	
Sous-titre		
Auteur(s)	Petit Gilles	
Autres contributions	Fosse Yann, Paillard Michel ; Durand Jean-François ; Dupré Guy ; Cérézo Véronique	
Date de publication	Projet version 2.1 du 06/03/2009	
Références	N° IGOR 21K06332	
Nature	[M] Méthode (essai, étude, contrôle, ...)	
Résumé	<p>Dans un contexte de croissance des besoins d'études dans le domaine de la sécurité routière, la géométrie des tracés routiers constitue un des descripteurs essentiels de l'infrastructure utiles à ces diagnostics sécurité à l'échelle d'un itinéraire. La formalisation du processus de recueil des paramètres caractéristiques des tracés routiers, ainsi que l'explicitation de ceux-ci, sont nécessaires pour homogénéiser la nature et la fiabilité des données alimentant les études de sécurité. Ce domaine d'application fait l'objet d'un premier module de la méthode d'essai.</p> <p>Par ailleurs, le développement de l'utilisation des systèmes d'information géographique et la mise en place des référentiels de cartographie routière impliquent l'émergence de besoins importants de mise à jour avec le relevé de coordonnées (planimétriques, éventuellement altimétriques) des tracés routiers. Cette prise en compte du géoréférencement des mesures constitue la spécificité du deuxième module.</p> <p>La méthode d'essai vise à définir la façon d'exécuter les mesures et de les exploiter puis explicite les descripteurs de la géométrie à restituer, qu'ils soient issus de capteurs ou qu'ils résultent d'un traitement de données agrégées ou non de plusieurs capteurs, et ce indépendamment du matériel ou du procédé de mesure.</p> <p>Elle doit permettre la mise en place d'une procédure de réception ou qualification d'un matériel destiné à recueillir le paramètre. Sa vocation n'est pas de contraindre les outils existants (VANI, PALAS 2) à s'adapter mais de servir de référentiel aux nouveaux outils, et en premier lieu au matériel MLPC MOGÉO, dont la qualification est attendue fin 2009 à l'issue d'une mise au point qui s'est effectuée parallèlement au déroulement de l'opération de développement de la méthode d'essai.</p> <p>L'obtention de l'exactitude requise par la méthode d'essai (en termes de justesse et de répétabilité) pour les descripteurs relatifs au tracé en plan, au profil en long et en dévers a ainsi été vérifiée à l'occasion de la qualification de MOGÉO. Il reste à examiner comment se situent d'autres outils existants par rapport aux exigences métrologiques de la méthode d'essai.</p> <p>Suite aux essais croisés effectués sur les pistes du LIVIC à Versailles/Satory et impliquant 5 appareils de relevé de la géométrie dont les 2 prototypes MOGÉO,</p>	

	<p>les données (en cours d'analyse) recueillies pour les 3 autres autres appareils vont permettre de situer leurs performances vis-à-vis de la méthode.</p> <p>Enfin, la réflexion est à poursuivre avec les mesureurs et les utilisateurs pour finaliser la méthode d'essai avec la remise en cause ou l'ajout de quelques descripteurs complémentaires (par exemple la recherche d'une description fine de la variation de la courbure le long d'un virage) et sur son adaptation éventuelle pour permettre son application par les appareils de relevés existants antérieurs à MOGÉO.</p>
Mots clés	Géométrie ; virage ; alignement droit ; rayon ; pente ; dévers ; cartographie routière
Confidentialité	Non
Nombre de pages	31 (indication provisoire correspondant à la version projet 2.1)
Valorisation	A lier à la diffusion de MOGEO Formations à organiser.
Commentaires	Qualification visée au 1 ^{er} semestre 2010

Fiche 8: Lois d'évolution de l'adhérence et relation avec l'accidentologie

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 1
Titre	Lois d'évolution de l'adhérence et relation avec l'accidentologie	
Sous-titre	-	
Auteur(s)	Cerezo Veronique	
Autres contributions	-	
Date de publication	01/03/10	
Références	G. - OR Risques Routiers	
Nature	R [rapport de recherche]	
Résumé	<p>Cette étude a été réalisée en deux phases : analyse de l'évolution de l'adhérence puis étude de la corrélation qui peut exister avec les accidents. En effet, l'adhérence est un des critères rentrant en ligne de compte lorsque les chargés d'études en sécurité routière réalisent un diagnostic d'itinéraires. Or, il n'est pas rare de disposer de données d'adhérence ne correspondant pas à la situation rencontrée par l'utilisateur lors d'un accident. Les lois d'évolution devraient permettre d'évaluer ce niveau d'adhérence. Celles-ci ont été déterminées à partir d'analyses statistiques (Analyse en Composantes Principales, ANOVA...) et de méthodes de régressions (linéaires simples, multiples, non linéaires...). Ensuite, des corrélations ont été proposées avec des éléments d'accidentologie.</p> <p>En conclusion, deux modèles d'évolution semblent ressortir de cette étude : loi de régression linéaire dépendant de l'âge et de la PMP, loi de régression logarithmique dépendant de l'âge.</p> <p>Dans la deuxième phase de l'étude, le CFT a été corrigé en utilisant les modèles d'évolution linéaires (âge/PMP). On constate que les taux d'accidents sont multipliés en moyenne par deux lorsque le niveau de CFT passe de la classe centrée sur 0,55 à celle centrée sur 0,45 et ils quadruplent lorsque le CFT atteint la classe centrée sur 0,35. Il semble donc que des valeurs de 0,40 (seuil critique) et de 0,50 (seuil de surveillance) soient appropriées dans le cadre d'une politique d'entretien.</p>	
Mots clés	Adhérence, CFT, PMP, lois évolution, accidents	
Confidentialité	Néant	
Nombre de pages	61	
Valorisation	<p>Article de revue prévu en 2010,</p> <p>Article proposé pour le congrès PRAC 2010,</p> <p>Utilisation dans le sujet 2 de ECOSURF (2010-2013)</p>	
Commentaires		

Fiche 9: Synthèse bibliographique sur quelques modèles d'évolution de l'adhérence

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 1
Titre	Synthèse bibliographique sur quelques modèles d'évolution de l'adhérence	
Sous-titre	-	
Auteur(s)	Cérezon Véronique	
Autres contributions	-	
Date de publication	Octobre 2009	
Références	G.39742 - OR Risques Routiers	
Nature	R [rapport de recherche]	
Résumé	<p>Ce document est divisé en trois parties. Dans une première partie, l'adhérence et les moyens de mesures de celle-ci sont définis ainsi que le lien existant entre adhérence et accidents. Un bref rappel est fait sur les variables explicatives (trafic, nature de la couche de roulement...) influençant les coefficients de frottement au niveau du contact pneu/chaussée. Dans une deuxième partie, une présentation très succincte de quelques modèles est réalisée. Deux approches sont présentées pour déterminer les modèles d'adhérence. D'une part, les modèles dits « physiques » ou de « connaissance » sont obtenus en appliquant les principes généraux de la mécanique et en résolvant des systèmes d'équations différentielles plus ou moins complexes. Les coefficients de ces modèles peuvent être reliés à des caractéristiques physiques du pneu, de la chaussée ou du contact entre ces deux éléments. D'autre part, les modèles dits de « représentation » permettent de représenter la réalité à l'aide de formules paramétriques dont les coefficients n'ont pas forcément un sens physique. Les coefficients sont calculés de façon à « coller » parfaitement aux données expérimentales. Dans une troisième partie, des lois d'évolution de l'adhérence sont exposées et leurs modes d'obtention sont détaillés (mesures, approche statistique...).</p>	
Mots clés	Adhérence, CFT, PMP, lois évolution, accidents	
Confidentialité	Néant	
Nombre de pages	60 pages	
Valorisation	Apports pour l'analyse de la base de données constituée au LRPC de Lyon (ERA 12)	
Commentaires	Première version du document en février 2007 et mise à jour en octobre 2009	

Fiche 10: Évaluation des risques et sur-risques en relation avec l'adhérence des chaussées

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 1
Titre	Évaluation des risques et sur-risques en relation avec l'adhérence des chaussées	
Sous-titre	Proposition de relation entre les risques et sur-risques avec l'adhérence	
Auteur(s)	J-François Durand et Marouane Boubaya (stagiaire)	
Autres contributions	Cérézo Véronique, Tristan Lorino, Didier Moreau	
Date de publication	Novembre 2009	
Références	Néant	
Nature	[R] Rapport de recherche et [D] Base de données	
Résumé	<p>La conduite sur chaussée mouillée constitue un fort enjeu de sécurité, ainsi l'adhérence correspond à un des principaux critères d'appréciation de la sécurité des chaussées. Et malgré de nombreuses études, ses conséquences sur le risque d'accident sont encore mal établies.</p> <p>Le travail réalisé dans le cadre de l'opération de recherche « 11N066 - Optimisation de l'entretien des chaussées » en liaison avec les objectifs de l'OR risque routier, propose des calculs de risques et de sur-risques par temps de pluie ou sur chaussée mouillée par rapport aux conditions normales (sèches) en fonction des zones de sollicitations dynamiques sur le véhicule (virages, carrefours, ...) sur réseau routier national hors agglomération.</p> <p>Les sur-risques d'accidents sont calculés à partir :</p> <ul style="list-style-type: none"> • des accidents issus du fichier national des Accidents Corporels (BAAC), • des deux mesures d'adhérence (PMP et CFT) et des tâches d'entretien extraites du fichier IQRN, • du Trafic (TMJA) issu du fichier national de comptage et • de la pluviométrie issue des données météorologiques (temps de pluie). <p>Comme les accidents sont des événements aléatoires indépendants et rares, le nombre d'accidents suit une loi de Poisson, l'intervalle de confiance pour un niveau de confiance donné (ici 90%) peut alors être déterminé pour chaque risque et sur-risque.</p> <p>L'étude comprend trois parties distinctes une sur les «Enjeux par temps de pluie», une sur la constitution de la base de données « accidents/caractéristiques chaussées » et une autre sur la relation «accidentalité/adhérence» sur chaussée mouillée. Le réseau d'analyse comprend le réseau routier national hors agglomération.</p> <p>Les « enjeux par temps de pluie » sont déterminés à partir du fichier des accidents corporels pour l'année 2005 en le croisant avec la pluviométrie journalière. Comme on n'a pas une connaissance précise sur le temps de séchage des chaussées, aucun enjeu sur chaussée mouillée n'a pu être réalisé.</p> <p>Le programme informatique issu du cahier des charges rédigé pour cette partie, développé par le LREP, a permis de créer une base de données, avec près de 75 000 accidents liés au CFT (25 000 liés au PMP), mettant en relation les</p>	

	<p>principales données accidents, les mesures d'adhérence, la nature de la couche de roulement et les données trafic.</p> <p>Pour la dernière partie, l'exploitation de la base données (créée dans la précédente partie) a permis d'établir des relations entre les risques et surrisques d'accidents et les principales caractéristiques d'adhérence, de géométrie (courbes, sections rectilignes etc. ..) et plus généralement les conditions de circulation.</p> <p>Les calculs de surrisque d'accidents sur chaussée mouillée ne considèrent que les accidents corporels sur RRN hors agglomération impliquant le véhicule de l'usager présumé responsable.</p> <p>Sur RRN hors agglomération, pour la microtexture de la couche de roulement (CFT), les analyses montrent que les surrisques d'accidents sur chaussée mouillée augmentent avec la détérioration de l'adhérence pour des valeurs de CFT comprises entre 75 et 35. Au-delà, les populations étant trop faibles on constate de grandes dispersions et il n'est pas possible d'estimer les surrisques d'accidents.</p> <p>Si cette approche permet d'établir des relations entre les surrisques d'accidents sur chaussée mouillée et la microtexture, pour la macrotexture et quelles que soient les variables analysées, la courbe de surrisque ne s'éloigne pas de la valeur 1 lorsque l'intervalle de confiance est suffisamment étroit (macrotexture supérieure à 45).</p>
Mots clés	Indicateurs de risque ; distance d'arrêt ; freinage ; adhérence ; conditions météorologiques.
Confidentialité	Non
Nombre de pages	55 + 60 pages d'annexes
Valorisation	Communication à PRAC (mai 2010)
Commentaires	Document à 98%, à finaliser pour fin novembre.

Fiche 11: Schémas itinéraires des sites choisis pour l'analyse de l'évolution de l'adhérence

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 1
Titre	Schémas itinéraires des sites choisis pour l'analyse de l'évolution de l'adhérence en Normandie, Ile-de-France et Rhône-Alpes	
Sous-titre	-	
Auteur(s)	Jean-Paul Drure	
Autres contributions	Cerezo Veronique	
Date de publication	Décembre 2008	
Références	G.39742 - OR Risques Routiers	
Nature	D [base de données]	
Résumé	La base de données contient des éléments relatifs à l'adhérence. Des schémas itinéraires ont été constitués sous Sillage afin de représenter l'évolution des valeurs d'adhérence (CFT, PMP).	
Mots clés	Sillage, CFT, PMP,	
Confidentialité	Néant	
Nombre de pages		
Valorisation	Apports pour l'analyse de la base de données constituée au LRPC de Lyon (ERA 12)	
Commentaires	Néant	

Fiche 12: Évaluation de l'efficacité des accotements revêtus

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 1
Titre	Évaluation de l'efficacité des accotements revêtus	
Sous-titre	Néant	
Auteur(s)	Rajezakowski Pierre	
Autres contributions	Conche Florence, Patte Lionel	
Date de publication	Mars 2009	
Références	Néant	
Nature	R	
Résumé	<p>La création d'accotements revêtus est aujourd'hui une mesure couramment utilisée par les gestionnaires de voirie pour sécuriser les déplacements d'usagers vulnérables (piétons et cyclistes) et offrir de bonnes conditions de récupérations aux véhicules en perdition.</p> <p>L'objet de ce rapport est d'évaluer, par une analyse de type avant/après, l'impact de l'implantation d'accotements revêtus sur le niveau de sécurité de la route. L'évaluation a porté sur la variation du nombre d'accidents corporels (comptabilisés dans le fichier national des accidents) avant et après aménagement d'accotements revêtus sur six sites normands. L'analyse site par site n'étant pas pertinente en raison du faible nombre d'accidents par site, le test de Tanner a été utilisé pour agréger l'ensemble des sites.</p> <p>Cette démarche présente plusieurs limites liées d'une part aux données relatives aux accidents qui présentent des problèmes de fiabilité sur la localisation des accidents et d'autre part sur les références retenues pour la réalisation de tests statistiques.</p> <p>Toutefois, les résultats montrent qu'aucune efficacité marquée n'est constatée sur les sites étudiés.</p> <p>Plusieurs explications sont énoncées :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Les sites aménagés comportaient, peut-être, avant aménagement, peu d'accidents de pertes de contrôle et par conséquent la création d'accotements revêtus est une réponse inadaptée. ➤ La création d'accotements revêtus sur les sites évalués n'est pas suffisante pour lutter contre l'accidentalité et doit être couplée avec d'autres dispositifs (par ex. des bandes sonores en rive). <p>Il n'est pas possible de conclure quant à l'efficacité globale des accotements revêtus à l'issue de cette étude. Il semble se dégager qu'il existe un domaine d'emploi spécifique pour lequel ils sont efficaces et des situations dans lesquelles ils n'apportent aucun gain de sécurité.</p> <p>Des études, reposant sur des données accidents plus précises, et prenant en compte des paramètres descriptifs plus détaillés des sites évalués tels que le tracé en plan, l'environnement ou la nature du revêtement devront être menées.</p>	

Mots clés	Évaluation ; Accotements revêtus ; Test Tanner ; Aménagement sécurité.
Confidentialité	Non
Nombre de pages	37
Valorisation	Valorisation auprès du SETRA pour la poursuite de l'évaluation.
Commentaires	Néant

Fiche 13: Application « indice obstacles »

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 1
Intitulé	Application « indice obstacles »	
Sous-titre		
Producteur(s)	Gibrat Thierry	
Autres contributions	Conche Florence, Cérézo Véronique	
Date de réalisation	2009	
Références		
Nature	[I] Produit informatique : logiciel	
Résumé	<p>Un indicateur de risque lié aux obstacles a été développé dans l'opération (voir fiche production correspondante). Pour que cet indicateur soit utilisé plus facilement par les gestionnaires, il était nécessaire de développer également les outils permettant de mettre en oeuvre la méthode de calcul.</p> <p>Le logiciel IREVE permet de faire l'acquisition des principales données nécessaires pour le calculer. L'objectif était donc de développer une application utilisant les données relevées avec IREVE et des données supplémentaires fournies par l'utilisateur pour calculer l'indicateur de risque.</p> <p>Les données d'entrée de l'application sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● fichier ev0 fourni par IREVE ● trafic(s) (valeurs entrées manuellement ou sous forme de tableau). <p>Les données de sortie sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● liste des obstacles localisés en PR+abscisse avec la valeur de l'indice individuel, ● valeurs de la densité de risque sur des sections de 50m. <p>Des améliorations pourraient être apportées à l'application, notamment sur les modalités de prise en compte de la vitesse. Actuellement, il est possible soit de ne pas prendre en compte la vitesse, soit de prendre en compte la vitesse maximale autorisée (via les panneaux relevés). Deux options supplémentaires pourraient être proposées : la prise en compte de la V85 modélisée en fonction des caractéristiques géométriques et la prise en compte de la V85 réellement pratiquée en (quasi) tout point de l'itinéraire. Ces 2 options nécessitent cependant des avancées en terme de connaissances et/ou de matériels de mesure.</p>	
Mots clés	Indicateur de risque, obstacles	
Confidentialité	Non	
Valorisation	Présentation au Sétra en vue d'une intégration dans les méthodes d'études de sécurité (ex : SURE), et dans le cadre des réflexions pour les obstacles latéraux sur les routes secondaires. Lié à la fiche 14.	
Commentaires		

Fiche 14: Indicateur de risque lié aux obstacles

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 1
Titre	Indicateur de risque lié aux obstacles	
Sous-titre		
Auteur(s)	Conche Florence (ERA12), Dupré Guy (ERA34)	
Autres contributions	Lesbats Damien, Delahaye Sophie (LR Rouen), Bill Dominique (ERA33), Chedal Daniel, Menissier Mickaël, Pellegrino Pierre (CETE Lyon), Patte Lionel (CETE Méd), Glaser Sébastien (LIVIC), Muzet Valérie (ERA27)	
Date de publication	01/02/10	
Références	Néant	
Nature	[R] Rapport de recherche	
Résumé	<p>En 2007, les heurts sur obstacles représentent 15% des accidents sur route bidirectionnelle en rase campagne et près de 40% des tués. Ces accidents sont plus graves que la moyenne. Les gestionnaires de voirie ont déjà mené des programmes importants de suppression ou isolement d'obstacles, principalement dans les zones fortement accidentées. Aujourd'hui, la majorité des « points noirs » a disparu. Une politique de traitement des obstacles basée uniquement sur l'accidentalité avérée devient difficile à mettre en place. Les gestionnaires de voirie recherchent donc des indicateurs autres que l'accidentalité pour déterminer les priorités de traitement.</p> <p>Les objectifs du projet étaient donc d'élaborer un indicateur de risque fiable, ne reposant pas uniquement sur l'accidentalité et facile à utiliser, d'élaborer une méthode de relevé et de développer les outils nécessaires à l'application de la méthode.</p> <p>La première partie du document présente l'élaboration de l'indicateur, en 2 étapes : l'élaboration d'un indice individuel par obstacle puis d'un indicateur plus global par section. L'indice individuel est composé de 5 coefficients liés au trafic, au tracé en plan, à l'éloignement de l'obstacle par rapport à la chaussée, à l'agressivité de l'obstacle et à la vitesse de circulation. Les coefficients et leurs valeurs ont été déterminés à partir d'une étude bibliographique des indices ou modèles existants. L'indicateur par section est calculé comme une densité pondérée des indices individuels, en prenant en compte l'impact de l'espacement entre obstacles sur le risque de collision.</p> <p>La seconde partie du document présente la méthode de relevé et de calcul. Un chapitre décrit comment relever les obstacles avec le logiciel IREVE. Un autre présente le logiciel développé dans le cadre de l'opération permettant de réaliser le calcul de l'indice à partir des fichiers de sortie d'IREVE.</p> <p>Une troisième partie présente les résultats d'une évaluation de la méthode. Des écarts sont observés entre des relevés effectués par différents opérateurs, principalement en raison de niveaux de formation et de pratiques hétérogènes et d'interprétations différentes des consignes données dans le guide de relevés. Ces différences impactent fortement les valeurs des indices individuels, et moins fortement les valeurs des indicateurs de densités (notamment sur des sections longues) et les hiérarchisations qui en découlent. Des solutions sont proposées</p>	

	<p>pour réduire ces écarts.</p> <p>Cet indicateur ne prend pas en compte les spécificités des motards. Un travail ultérieur pourrait permettre de l'adapter à cette catégorie d'usagers.</p>
Mots clés	Indicateur de risque, obstacles, interurbain, trafic, tracé en plan, éloignement, agressivité, vitesse, espacement
Confidentialité	Non
Nombre de pages	53
Valorisation	<p>Valorisations réalisée : présentation à la journée « équipements de la route » organisée par la Cotita Centre-Est (29/05/2009)</p> <p>Valorisation envisagée : présentation au séminaire de clôture de Risques Routiers</p>
Commentaires	

Fiche 15: Évaluation du risque en relation avec la visibilité

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 1
Titre	Évaluation du risque en relation avec la visibilité	
Sous-titre	Proposition d'indicateurs de risque pour la visibilité	
Auteur(s)	Patte Lionel	
Autres contributions	Guy Dupré, Cérézo Véronique, Le Turdu Valéry	
Date de publication	Décembre 2009	
Références	Néant	
Nature	[R] Rapport de recherche	
Résumé	<p>La visibilité constitue un fort enjeu de sécurité ; elle est à ce titre un des principaux critères d'appréciation de la sécurité des infrastructures. Toutefois, ses implications sur le risque d'accident restent encore mal cernées. Pour prendre en compte les besoins en matière de visibilité, les recommandations techniques font souvent intervenir la notion de distance d'arrêt. Son évaluation est cependant incertaine, les phénomènes en jeu étant complexes et les paramètres d'influence nombreux.</p> <p>Un travail réalisé dans le cadre de l'opération de recherche « Risques routiers » (LCPC), propose une approche des risques liés à la visibilité.</p> <p>Sont d'abord identifiés plusieurs scénarios représentatifs de situations accidentogènes sur route ou autoroute. Si les scénarios d'accidents liés à des problèmes de visibilité sont très variées, plusieurs comprennent le cas de figure suivant : un automobiliste doit faire face à une situation inattendue, se traduisant par un obstacle sur la chaussée (véhicule arrêté ou s'engageant à faible vitesse dans une intersection, etc.), initialement pas ou peu perceptible, et nécessitant un freinage d'urgence.</p> <p>La distribution des distances d'arrêt des véhicules légers pour certaines de ces situations est ensuite modélisée par une simulation de Monte-Carlo. Le modèle utilisé et son paramétrage s'appuient à la fois sur l'analyse d'une large bibliographie et sur des bases de données (adhérence). La validité du modèle est vérifiée en comparant ses résultats aux distances obtenues lors d'essais en vraie grandeur.</p> <p>L'accès à la distribution des distances d'arrêt pour une situation donnée, autrement dit à la demande en matière de visibilité, et sa comparaison possible aux distances de visibilité offerte, permet des inférences sur le niveau de risque relatif à la visibilité.</p> <p>Plusieurs indicateurs de risques - ou inversement de fiabilité - sont ainsi proposés pour la visibilité. Des indicateurs de risque collectif (pour le gestionnaire), des indicateurs de risque individuel pour un profil d'utilisateur particulier. Les indicateurs de risque dit conventionnel sont quant à eux définis par référence à une distance de visibilité offerte équivalente à la valeur recommandée (ICTAAL, ARP...).</p> <p>Les variations de ces indicateurs sont analysées en fonction de différents paramètres comme le taux de pénétration de l'ABS dans le parc roulant, la vitesse de circulation, le type de revêtement...</p>	

	<p>La vitesse et le système de freinage ont une influence majeure sur le niveau de risque, quelle que soit les autres conditions. Par exemple, sur autoroute, les distances d'arrêt sur chaussée mouillée qui excèdent les distances de visibilité recommandées sont presque toujours le fait de situations pour lesquelles la vitesse limite autorisée est dépassée et le véhicule n'est pas équipé d'ABS.</p> <p>Sur la base des données d'adhérence de CARAT, les bétons bitumineux drainants seraient associés à un risque moindre.</p> <p>Dans un second temps, la gravité du choc est prise en compte, à partir de la vitesse de collision. Un indicateur de danger intégrant la probabilité de collision et le cas échéant la probabilité d'un niveau de gravité (AIS 3) est également proposé.</p> <p>L'indicateur de danger apparaît encore plus sensible que les indicateurs de risque précédent à des paramètres tels que la vitesse de circulation, la présence d'ABS, ou le type de revêtement.</p>
Mots clés	Visibilité ; Indicateurs de risque ; indicateur de danger ; fiabilité ; distance d'arrêt ; freinage ; adhérence ; ABS.
Confidentialité	Non
Nombre de pages	59
Valorisation	<ul style="list-style-type: none"> • Communication à PRAC (mai 2010) • Opération de recherche PREVER (concepts sur les indicateurs de risques) • Opération I2V (résultats et concepts) • Support d'une réflexion des STC (Sétra, Certu...) pour une révision des fondements des règles de conception (« paramètres fondamentaux), dans le cadre de la commande qui leur est passée par la DGITM, voire à une révision des règles relatives à la visibilité (ex. refonte de l'Ictavru). • Base pour appréhender objectivement les possibilités de dérogation aux règles de l'art (cf. circulaire du 7/01/2008 et guide d'application de déc. 2009). • Proposition d'alertes sur l'infrastructure qui pourront être intégrées dans une version ultérieure d'Alertinfra.
Commentaires	

Fiche 16: Sécurité des carrefours plans ordinaires en rase campagne

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 1
Titre	Sécurité des carrefours plans ordinaires en rase campagne	
Sous-titre		
Auteur(s)	Conche Florence (ERA12), Désiré Lara (ERA33), Dupré Guy (ERA34), Glaser Sébastien (LIVIC), Patte Lionel (CETE Méd)	
Autres contributions		
Date de publication	Décembre 2009	
Références	Néant	
Nature	[R] Rapport de recherche	
Résumé	<p>Les objectifs de ce travail étaient de faire un état des lieux des connaissances sur l'accidentologie des carrefours plans et d'élaborer un indicateur de risque.</p> <p>Le rapport est composé de 6 chapitres :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les enjeux et évolutions de l'accidentologie en carrefours : le nombre d'accidents en carrefours en rase campagne a connu une baisse plus importante que l'ensemble des accidents en 2004 et stagne depuis ; • les typologies et facteurs d'accidents et les aménagements des carrefours plans ordinaires : ce chapitre présente les 2 grands types d'accidents en carrefours plan – les accidents de cisaillements (70% des accidents) et les accidents de tourne-à-gauche (25 à 30%), les défaillances fonctionnelles et les configurations accidentogènes de l'infrastructure qui les caractérisent, ainsi que les aménagements susceptibles de réduire les risques ; • les typologies et facteurs d'accidents et les aménagements des carrefours giratoires : ce chapitre est organisé de la même manière que le précédent, avec un focus sur les accidents par perte de contrôle en entrée de giratoire qui représentent les 2 tiers des accidents corporels en giratoire ; • les aménagements innovants en carrefours : ce chapitre présente différents aménagements innovants mis en œuvre en France ou à l'étranger, que ce soient des aménagements de l'infrastructure (mini ronds-points ruraux, carrefours chicanes,...), de la signalisation permanente ou dynamique ou des systèmes d'assistance à la conduite ; • les modèles d'accidents en carrefours plans : ce chapitre présente différents modèles français et étrangers, les variables utilisées et les coefficients utilisés pour certaines de ces variables ; • la proposition d'un indice de risque basé sur les éléments contenus dans les chapitres précédents : cet indice tient compte des trafics, du nombre de branches, de la visibilité (liée au tracé ou aux masques), de la largeur de la route, de la présence d'aménagement de tourne-à-gauche ou d'îlots sur la voie secondaire et du tracé en plan. 	

Mots clés	Carrefours, typologies d'accidents, facteurs d'accidents, aménagements, modèles, indice de risque
Confidentialité	Non
Nombre de pages	42
Valorisation	<ul style="list-style-type: none">• Diffusion auprès des gestionnaires routiers, à qui le rapport est principalement destiné.• Proposition d'alertes sur l'infrastructure qui pourront être intégrées dans une version ultérieure d'Alertinfra.
Commentaires	

Fiche 17: VOICIE

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 2
Intitulé	Véhicule d'Observation de l'Interaction du Conducteur avec l'Infrastructure et l'Environnement de la Route	
Sous-titre	VOICIE	
Producteur(s)	Désiré Lara	
Autres contributions	<ul style="list-style-type: none"> ● ERA 33 : Adam Matthieu ; Bill Dominique ; Bordel Stéphanie ; Guégan Véronique ; Jégou Sophie ; Kerdudo Katell ; Quéguiner Ronan ● ISTA – Véhipole, Plougragan : Cosquer Philippe ; Hudo Rodolphe ● LIVIC – LCPC, Versailles : Dupin Francis ● Noldus Information Technology, France et Pays-Bas : Gerebtzoff Dimitri ; Jongeneel Rogier ; Kamphuis Aron ; Krebs Nadège ● SmartEye, Suède : Andersson Jonas ; Otto Henrik 	
Date de réalisation	Novembre 2009	
Références	Affaire 17286 ; N° domaine LRPC de Saint-Brieuc : 09620	
Nature	A	
Résumé	<p>L'ERA33 "Comportement de l'Usager et Infrastructure" s'intéresse à l'interaction entre le comportement de l'usager et l'infrastructure. Plus précisément, elle cherche à comprendre l'interaction entre l'infrastructure et l'environnement de la route et les comportements objectifs (i.e. actions de conduite ou secondaires, comportements visuels ...) et subjectifs (i.e. attitudes, normes ...) de l'usager et le lien entre comportements objectifs et subjectifs. L'étude du comportement subjectif se fait essentiellement à l'aide d'outils de verbalisation : questionnaires, interviews... Concernant l'étude du comportement objectif, elle nécessite d'observer l'usager en situation de conduite. Puisque son travail est orienté vers l'infrastructure, l'ERA33 a travaillé sur la réalisation d'un Véhicule d'Observation de l'Interaction du Conducteur avec l'Infrastructure et l'Environnement de la route (VOICIE). Parallèlement à la réalisation de ce véhicule, l'ERA33 s'est dotée d'un logiciel d'analyse des comportements (The Observer XT) pouvant être utilisé spécifiquement pour VOICIE ou pour le dépouillement de vidéos provenant d'autres outils d'acquisition de vidéos.</p> <p>Le VOICIE est un véhicule instrumenté avec différents capteurs et 3 PC permettant de recueillir les informations concernant la tâche de conduite à partir des données du BUS CAN, d'une centrale inertielle et d'un GPS (DIRCO_02) mais aussi des données vidéos et audios (PC_OBS_01) et oculométriques (PC_OC_01).</p> <p>Les grandes étapes de réalisation de cet outil ont été les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● A partir de la veille technique dans la littérature scientifique, rédaction d'un cahier des charges et estimation du budget nécessaire auprès de deux fournisseurs potentiels (2007) pour le matériel en complément du DIRCO conçu par le LIVIC (LCPC-INRETS) et du véhicule ; achat du DIRCO (novembre 2007) et d'un véhicule (juin 2008) ; ● Demande d'un financement de 105 000 € auprès de la DSCR fin 2007 	

	<p>sur le programme 2008 ;</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Réalisation d'un Marché Public (juillet-août 2008) pour le matériel vidéos, audio, d'oculométrie et le logiciel d'analyse des données vidéos et capteurs ; ● Partenariat avec l'ISTA – Véhipole (Ploufragan) pour l'intégration du matériel (juillet 2008) ; ● Passation du marché (septembre 2008) avec Noldus Information Technology ; ● Intégration (fin 2008 – octobre 2009) <ul style="list-style-type: none"> ○ novembre 2008 : 1^{ère} réunion d'intégration avec les différents partenaires impliqués (Noldus Information Technology, SmartEye, LIVIC, ISTA, LRPC de Saint-Brieuc) : validation du schéma d'alimentation et de communication ; ○ novembre à avril 2008 : travail de chacun des partenaires sur la préparation du matériel ; ○ avril 2008 : semaine d'intégration avec les différents partenaires (Noldus Information Technology, SmartEye, LIVIC, ISTA, LRPC de Saint-Brieuc) : installation du matériel, branchement ; ○ juin – juillet 2008 : finalisation de l'alimentation et des supports de fixation du matériels par l'ISTA ; ○ septembre-octobre 2009 : finalisation de la communication du PC vidéos avec le DIRCO.
Mots clés	Conducteur , Situation de conduite réelle , Comportement, Oculométrie
Confidentialité	Non
Valorisation	<ul style="list-style-type: none"> ● Proposition d'une présentation dans le cadre du congrès ITS Bretagne de septembre 2010 (valorisation du financement DSCR et du travail avec l'ISTA et le Véhipole) ; ● Proposition d'une présentation dans le cadre de la journée d'échanges sur le travail des ERA et ER organisée conjointement par CERTU et SETRA (18 décembre 2009) ; ● Opération de recherche I2V : travail en partenariat avec l'ERA17 et le LEPSIS sur l'identification des stratégies visuelles des conducteurs au regard des descripteurs physiques et de la sémantique de la route ; ● Opération de recherche PREVER : participation à la méthodologie sur l'observation de l'interaction entre l'usager et l'infrastructure en situation de conduite réelle.
Commentaires	<p>L'ensemble du matériel du VOICIE est installé depuis mai 2009. La communication entre les PC d'oculométrie et de vidéos est effective depuis mai 2009 (PC_OC_01 ↔ PC_OBS_01). La communication entre le PC vidéos et le DIRCO (PC_OBS_01 ↔ DIRCO_02) est effective depuis début octobre 2009. Le travail de calibration du matériel d'oculométrie nécessite l'utilisation d'une zone fixe de travail au sein du LRPC de Saint-Brieuc. Afin de faciliter ce travail, il a été décidé de se placer en face du garage aménagé pour le VOICIE pour l'identification de points de repères fixes. Cette identification ne pouvant se réaliser avant la fin des aménagements de ce garage, réceptionné fin octobre 2009, le travail de calibration se déroulera courant novembre 2009.</p>

Fiche 18: Circuit d'observation de l'interaction du conducteur avec l'infrastructure et l'environnement de la route en Côtes d'Armor

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 2
Intitulé	Circuit d'observation de l'interaction du conducteur avec l'infrastructure et l'environnement de la route en Côtes d'Armor	
Sous-titre	Circuit 22	
Producteur(s)	Désiré Lara ; Adam Matthieu ; Bill Dominique ; Quéguiner Ronan	
Autres contributions	<ul style="list-style-type: none"> ● ERA33 : Kerdudo Katell ; Jégou Sophie ; Bordel, Stéphanie ● Relevé stéréovision : ERA 27 : Windenberger, Laurent ; Muzet, Valérie ; Charbonnier, Pierre ● Relevé VANI : Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Lyon – Section Caractéristiques de Surface : Liégeois, M. 	
Date de réalisation	Décembre 2009	
Références	Affaire 17286	
Nature	O	
Résumé	<p>L'ERA33 "Comportement de l'Usager et Infrastructure" s'intéresse à l'interaction de l'usager avec l'infrastructure et l'environnement de la route. Plus précisément, elle cherche à comprendre l'influence de l'infrastructure et de l'environnement de la route sur les comportements objectifs et subjectifs de l'usager et le lien entre comportements objectifs et subjectifs. Afin d'étudier l'interaction usager ↔ infrastructure, l'ERA33 doit pouvoir identifier des zones d'expérimentations en fonction des caractéristiques d'intérêts de l'infrastructure.</p> <p>Ce travail d'identification de sites expérimentaux sur les routes départementales des Côtes d'Armor a été initié dans le cadre du projet SARI (Surveillance Automatisée de l'état des Routes pour l'Information des conducteurs et des gestionnaires). A l'époque, ce travail a été réalisé sur la base des connaissances du réseau départemental détenues par les agents du LRPC de Saint-Brieuc et du CG22 impliqués dans le projet SARI et des données obtenues à l'aide du Véhicule d'ANalyse d'Itinéraire (VANI).</p> <p>Afin de capitaliser les informations récoltées à l'époque pour l'identification des sites des thèmes IRCAD, VIZIR et RADARR du projet SARI et de faciliter ultérieurement la sélection des sites expérimentaux d'intérêts, il a été proposé de constituer une base de données de ces informations à partir d'IREVE. Ce travail a nécessité les grandes étapes suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Identification par l'ERA33 d'un circuit incluant un site par thème technique (RADARR, VIZIR, IRCAD) du projet SARI dans les Côtes d'Armor (juillet 2008). Le circuit retenu (environ 200 km) inclut une partie de la RN12 (entre Lamballe et Guingamp) et plusieurs sections du réseau départemental (RD8 avec passage sur le site RADARR-Bourbriac ; RD9 avec passage sur le site VIZIR-Goudelin ; RD786 avec passage sur le site IRCAD-Etables-sur-mer, RD6) ; ● Réalisation d'un relevé des images de la scène routière par l'ERA27 avec l'assistance de l'ERA33 (septembre 2008) 	

	<ul style="list-style-type: none"> ● Mise en forme par l'ERA27 des séquences d'images (décembre 2008) pour exploitation ultérieure sous IREVE par l'ERA33 ● Détermination par l'ERA33 des événements (ponctuels : intersection, virage ; continu : existence d'un relevé VANI, etc...) et créations des rubriques afférentes avec les données à renseigner (septembre-novembre 2009). Cette détermination des événements est faite à partir du travail d'identification des sites expérimentaux réalisés au début du projet AJISE et des critères retenus pour les indices ALERTINFRA et carrefour (cf. sujet de l'OR Risque Routier). ● Réalisation du relevé par l'ERA33 (novembre-décembre 2009) <p>La constitution de cette base de données sur IREVE doit faciliter d'une part l'identification de sites expérimentaux et de circuit puisque l'ERA33 pourra générer, à partir du relevé IREVE, des listes sous tableur permettant de sélectionner les événements d'intérêts (intersection, virages, etc..) en fonction de leurs caractéristiques (plan en croix, en T, présence de tourne-à-gauche, niveau de trafic,..). De plus, le relevé d'images facilitera la pré-identification des sites en groupe de travail avant visite sur site.</p>
Mots clés	Infrastructure, site réel, relevé d'itinéraire
Confidentialité	Non
Valorisation	<ul style="list-style-type: none"> ● Opération de recherche I2V : travail en partenariat avec l'ERA17 et le LEPSIS sur l'identification des stratégies visuelles des conducteurs au regard des descripteurs physiques et de la sémantique de la route : identification d'un circuit ● Opération de recherche PREVER : identification de sites expérimentaux
Commentaires	

Fiche 19: Outil d'observation du comportement du conducteur en bord de voie

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 2
Titre	Outil d'observation du comportement du conducteur en bord de voie	
Sous-titre		
Auteur(s)	Bordel Stéphanie ; Adam Matthieu	
Autres contributions	<ul style="list-style-type: none"> ● ERA33 : Botrel Katell, Désiré Lara, Bill Dominique, Guégan Véronique, Jégou Sophie, Quéguiner Ronan ● LAMIH, Valenciennes : Anceaux Françoise, Pacaux Marie-Pierre ● LAUREPS, Rennes : Terrade Florence, Somat Alain ● Intempora, Paris : Dulac Nicolas, Michel Gilles 	
Date de publication	.Mars 2010	
Références	Affaire 17280	
Nature	R	
Résumé	<p>Basée au Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Saint-Brieuc (LRPC SB – CETE Ouest), l'Equipe de Recherche Associée "Comportement de l'Usager et Infrastructure" (ERA33), labellisée en 2007, mène des recherches en sécurité routière centrées sur l'usager pour améliorer l'environnement routier. Ainsi ces recherches visent à mieux connaître, expliquer et prédire le comportement de l'usager pour identifier de nouvelles actions, développer et évaluer des aménagements et des innovations technologiques adaptées et acceptées par les usagers. En particulier, elle s'intéresse aux liens entre comportements objectifs (i.e. actions de conduite ou secondaires, comportements visuels...) et comportements subjectifs (i.e. attitudes, normes...) afin d'appréhender les acceptabilités individuelle et sociale des aménagements et leur impact en termes de sécurité routière.</p> <p>Au regard de l'objectif du sujet 2 et de la thématique de recherche de l'ERA33, le travail réalisé dans le cadre de l'OR Risque Routier a consisté en la mise en place d'outils de mesure du comportement de l'usager de la route pour la connaissance sur les liens entre la compréhension et l'interprétation par les conducteurs du contexte de conduite et leurs réactions et commandes sur le véhicule pour chaque classe d'objet routier.</p> <p>Dans ce cadre, l'ERA33 a en charge l'animation du thème transversal "Acceptabilités Juridique Individuelle Sociale et Economique" (AJISE) du projet de recherche <i>Surveillance Automatisée de la Route pour l'Information des conducteurs et des gestionnaires</i> (SARI) du PREDIT 3, et ce jusqu'à juin 2010. Au lancement du projet SARI-AJISE et de l'OR Risque Routier, ce travail était réalisé par Katell BOTREL du fait du démarrage de sa thèse sur la thématique des acceptabilités individuelle et sociale. Ce travail de thèse n'a pas été réalisé suite à son départ en juin 2008. Stéphanie BORDEL (Docteur en Psychologie Sociale, Maître de conférences à l'Université de Poitiers) a repris le travail d'animation du thème AJISE et a plus fortement impliqué l'ERA33 dans les expérimentations réalisées en bord de voie et en particulier le recueil des données du comportement objectif du conducteur .</p>	

	<p>La présentation des outils d'observation du comportement du conducteur en bord de voie disponibles au sein de l'ERA33 et développés dans le cadre du projet SARI-AJISE fait l'objet de ce rapport.</p> <p>Dans une première partie, le contexte du développement de cet outil est rappelé au regard du projet SARI-AJISE. Dans une seconde partie, le dispositif est présenté. Enfin, dans une troisième partie, les protocoles d'utilisation sont spécifiés.</p>
Mots clés	Conducteur, Comportement, Bord de voie
Confidentialité	Non
Nombre de pages	87
Valorisation	<ul style="list-style-type: none">● Opération de recherche PREVER : participation à la méthodologie sur l'observation de l'interaction entre l'utilisateur et l'infrastructure en situation de conduite réelle
Commentaires	Avis ROR 19 mai 2010

Fiche 20: Outils d'observations et d'analyse du comportement du conducteur en situation de conduite

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 2
Titre	Outils d'observations et d'analyse du comportement du conducteur en situation de conduite	
Sous-titre	Véhicule d'Observation de l'Interaction du Conducteur avec l'Infrastructure et l'Environnement de la Route	
Auteur(s)	Désiré Lara ; Bordel Stéphanie ; Guégan Véronique	
Autres contributions	<ul style="list-style-type: none"> ● ERA 33 : Adam Matthieu ; Bill Dominique ; Jégou Sophie ; Kerdudo Katell ; Quéguiner Ronan ● ISTA – Véhipole, Plougragan : Cosquer Philippe ; Hudo Rodolphe ● LIVIC – LCPC, Versailles : Dupin Francis ● Noldus Information Technology, France et Pays-Bas : Gerebtzoff Dimitri ; Jongeneel Rogier ; Kamphuis Aron ; Krebs Nadège ● SmartEye, Suède : Andersson Jonas ; Otto Henrik 	
Date de publication	01/03/10	
Références	Affaire 17286	
Nature	R	
Résumé	<p>Basée au Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Saint-Brieuc (LRPC SB – CETE Ouest), l'Equipe de Recherche Associée "Comportement de l'Usager et Infrastructure" (ERA33) labellisée en 2007 mène des recherches en sécurité routière centrées sur l'usager pour améliorer l'environnement routier. Ainsi ces recherches visent à mieux connaître, expliquer et prédire le comportement de l'usager pour identifier de nouvelles actions, développer et évaluer des aménagements et des innovations technologiques adaptées et acceptées par les usagers. En particulier, elle s'intéresse aux liens entre comportements objectifs (i.e. performances, comportements visuels...) et comportements subjectifs (i.e. attitudes, normes...) afin d'appréhender les acceptabilités individuelle et sociale des aménagements et leur impact en termes de sécurité routière.</p> <p>Au regard de l'objectif du sujet 2 et de la thématique de recherche de l'ERA33, le travail réalisé dans le cadre de l'OR Risque Routier a consisté en la mise en place d'outils de mesure du comportement de l'usager de la route pour la connaissances sur les liens entre la compréhension et l'interprétation par les conducteurs du contexte de conduite et leurs réactions et commandes sur le véhicule pour chaque classe d'objet routier.</p> <p>Le travail sur l'outil d'observation du conducteur en situation de conduite a été initié suite au recrutement en décembre 2006 de Lara Désiré (Docteur en Ethologie, chargée de recherche en sciences du comportement appliquée à la sécurité routière). Ce travail méthodologique s'est notamment appuyé sur l'outil d'observation déjà disponible au sein du RST et identifié comme tel au démarrage de l'OR Risque Routier, à savoir le Dispositif de Recueil des données COnducteur (DIRCO) développé par le Laboratoire sur les Interactions Véhicule-Infrastructure-Comportement (LIVIC ; LCPC-INRETS). La réalisation du véhicule</p>	

	<p>d'observation du conducteur en situation de conduite (Véhicule d'Observation de l'Interaction du Conducteur avec l'Infrastructure et l'Environnement de la route – VOICIE) est l'objet de ce présent rapport.</p> <p>Ainsi, dans une première partie, l'inscription de ce travail de développement d'un outil d'observation du comportement en situation de conduite dans les thématiques de recherche de l'ERA33 est rappelé. Dans une seconde partie, les principales étapes de la conception et la réalisation de VOICIE avec les partenaires impliqués sont présentées avant de décrire le véhicule instrumenté avec l'ensemble du matériels embarqués. Enfin, dans une troisième partie, les outils d'analyse de ces données en laboratoire sont présentés.</p>
Mots clés	Conducteur , Situation de conduite réelle , Comportement, Oculométrie
Confidentialité	Non
Valorisation	<ul style="list-style-type: none"> ● Opération de recherche I2V : travail en partenariat avec l'ERA17 et le LEPSIS sur l'identification des stratégies visuelles des conducteurs au regard des descripteurs physiques et de la sémantique de la route ● Opération de recherche PREVER : participation à la méthodologie sur l'observation de l'interaction entre l'utilisateur et l'infrastructure en situation de conduite réelle
Commentaires	Avis ROR 19/05/2010

Fiche 21: Acceptabilité individuelle et sociale dans les projets LAVIA et AJISE

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 2
Titre	Acceptabilité individuelle et sociale dans les projets LAVIA et AJISE	
Sous-titre	Quelles acceptabilités et quels modèles pour quels dispositifs ?	
Auteur(s)	Bordel Stéphanie, Désiré Lara, Guégan Véronique	
Autres contributions	<ul style="list-style-type: none"> ● ERA33 : Adam Mathieu, Botrel Katell, Bill Dominique, Jégou Sophie, Quéguiner Ronan ● LAMIH, Valenciennes : Anceaux Françoise, Pacaux Marie-Pierre ● LAUREPS, Rennes : Terrade Florence, Somat Alain ● INRETS-GARIG : Abric Jean-Claude, Pianelli Carine, Saad Farida 	
Date de publication	01/03/10	
Références	Affaire 17280	
Nature	R	
Résumé	<p>Basée au Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Saint-Brieuc (LRPC SB – CETE Ouest), l'Equipe de Recherche Associée "Comportement de l'Usager et Infrastructure" (ERA33), labellisée en 2007, mène des recherches en sécurité routière centrées sur l'usager pour améliorer l'environnement routier. Ainsi ces recherches visent à mieux connaître, expliquer et prédire le comportement de l'usager pour identifier de nouvelles actions, développer et évaluer des aménagements et des innovations technologiques adaptées et acceptées par les usagers. En particulier, elle s'intéresse aux liens entre comportements objectifs (i.e. actions de conduite ou secondaires, comportements visuels...) et comportements subjectifs (i.e. attitudes, normes...) afin d'appréhender les acceptabilités individuelle et sociale des aménagements et leur impact en termes de sécurité routière.</p> <p>Au regard de l'objectif du sujet 2 et de la thématique de recherche de l'ERA33, celle-ci s'est vu confier l'animation du thème transversal "Acceptabilités Juridique Individuelle Sociale et Economique" (AJISE) du projet de recherche <i>Surveillance Automatisée de la Route pour l'Information des conducteurs et des gestionnaires</i> (SARI) du PREDIT 3, et ce jusqu'à juin 2010. Au démarrage du projet SARI-AJISE et de l'OR Risque Routier, ce travail était réalisé par Katell BOTREL du fait du démarrage de sa thèse sur la thématique des acceptabilités individuelle et sociale. Ce travail de thèse n'a pas été réalisé suite à son départ en juin 2008. Stéphanie BORDEL (Docteur en Psychologie Sociale, Maître de conférences à l'Université de Poitiers) a repris le travail d'animation du thème AJISE et a plus fortement impliqué l'ERA33 dans les expérimentations réalisées en bord de voie qui visent à confronter les données objectives (essentiellement vitesse) et les données subjectives (facteurs de la TCP – Théorie du comportement planifié) dans le but d'étudier les acceptabilités individuelle et sociale des dispositifs déployés par les thèmes techniques IRCAD, RADARR et VIZIR. L'acceptabilité individuelle permet de savoir comment les messages fournis par l'infrastructure sont perçus aux sens ergonomique de la perception et de l'assimilation du signal (lisibilité, pertinence, compréhensibilité...). L'acceptabilité sociale s'intéresse aux</p>	

	<p>effets de l'implantation du PMV diffusant un message imposé sur les facteurs psychologiques à l'origine du comportement.</p> <p>Le présent rapport a pour objectif de présenter les théories et méthodologies retenues pour étudier les acceptabilités individuelles et sociales dans le projet SARI et de les confronter aux théories et méthodologies retenues dans le projet LAVIA (Limiteur s'Adaptant à la Vitesse Autorisée).</p>
Mots clés	SARI, LAVIA, AJISE, Acceptabilité individuelle, Acceptabilité Sociale
Confidentialité	Non
Nombre de pages	18
Valorisation	<ul style="list-style-type: none"> ● Opération de recherche PREVER (sujet 3) : poursuite et fin du projet SARI-AJISE ● Opération de recherche PREVER (sujet 1) : explorer le lien entre le comportement subjectif (attitudes, normes...) de l'utilisateur vis-à-vis des aménagements de la route et le comportement objectif (attention portée à la signalisation, respect des limitations de vitesse...) ● Opération SERRE : évaluation des acceptabilités <i>a posteriori</i> de la voie réversible du Pont de Saint-Nazaire
Commentaires	Avis ROR 19/05.2010

Fiche 22: Les enjeux nationaux et leur évolution

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 3
Titre	Les enjeux nationaux et leur évolution	
Sous-titre	Projet DIVAS – Livrable 1.A.1	
Auteur(s)	Conche Florence, Dodet Laurent, Dupré Guy, Rajezakowski Pierre (ERA34)	
Autres contributions		
Date de publication	Mars 2008	
Références	Néant	
Nature	[R] Rapport de recherche	
Résumé	<p>Ce document présente les évolutions pendant la période 2002-2006 de différents types d'accidents. Les données utilisées proviennent du fichier BAAC national pour la France métropolitaine.</p> <p>Dans une première partie, l'évolution, pour les accidents corporels et les accidents mortels, de certains types d'accidents est étudiée. Entre janvier 2002 et décembre 2006, les accidents corporels et mortels ont diminué respectivement de 27 % et 37 %. Certains types d'accidents ont eu des évolutions plus favorables que la moyenne, notamment les accidents hors agglomération, et particulièrement en intersection, et les accidents impliquant un véhicule seul sans piéton. D'autres en revanche ont connu une évolution moins favorable : les accidents en agglomération, les accidents impliquant un usager vulnérable (piéton, vélo, cyclomoteur, motocyclette) et les accidents sur obstacle.</p> <p>Dans une deuxième partie, un approfondissement est réalisé sur des types d'accidents en lien avec l'ensemble du projet DIVAS ou présentant un intérêt particulier : les accidents avec brouillard, avec vent fort, avec pluie forte, en courbe, sur chaussée mouillée, sur arbre ou poteau hors agglomération et les accidents impliquant une moto.</p>	
Mots clés	Accidents, évolution, brouillard, vent, pluie, courbe, chaussée mouillée, obstacles, motocyclette	
Confidentialité	Non	
Nombre de pages	122	
Valorisation	Présentation au séminaire de mi-projet DIVAS (12/12/2008)	
Commentaires		

Fiche 23: Mécanismes d'accidents sur autoroute

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 3
Titre	Mécanismes d'accidents sur autoroute	
Sous-titre	Projet DIVAS, livrable 1.A.2	
Auteur(s)	Conche Florence, Bisson Olivier, Dupré Guy (ERA34), Durand Jean-François (LREP), Alla Isabelle (CETE Méd), Marsolat Rémi (CETE Lyon), Sanz Michaël (ASF)	
Autres contributions		
Date de publication	Juin 2008	
Références	Néant	
Nature	[R] Rapport de recherche	
Résumé	<p>Cette étude est basée sur 262 accidents corporels de la circulation sur autoroutes interurbaines, dont les procès verbaux ont été lus. Ces accidents ont ensuite été répartis selon 13 scénarios d'accidents prédéfinis. Les résultats obtenus avec ces 262 accidents ont été comparés à ceux obtenus à partir de la base de données accidents d'ASF.</p> <p>Il ressort de cette étude que les accidents les plus fréquents sont ceux liés à un état de fatigue ou d'hypovigilance, à une manœuvre de dépassement ou à des chocs arrières sur des véhicules plus lents. Certains scénarios d'accidents ont une gravité plus importante que les autres : les accidents impliquant un piéton et les accidents impliquant un usager circulant à contresens sur l'autoroute.</p> <p>Certains scénarios et certains groupes d'accidents (par exemple les accidents impliquant un poids lourd) ont été étudiés en détail : quels types de véhicules sont impliqués, quelles sont les configurations des lieux, quel est le contexte de circulation, quelles sont les typologies et mécanismes d'accidents ?</p>	
Mots clés	Mécanismes d'accidents, autoroute, scénario type, infrastructure, usager, sécurité secondaire	
Confidentialité	Sous réserve avis préalable ASF	
Nombre de pages	47	
Valorisation	Présentation lors de la journée d'information « Méthodes d'évaluation du risque routier lié aux caractéristiques des infrastructures » (11/09/2008)	
Commentaires		

Fiche 24: Contremesures possibles sur autoroute et sur VRU

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 3
Titre	Contremesures possibles sur autoroute et sur voie rapide urbaine	
Sous-titre		
Auteur(s)	Bisson Olivier ; Dupré Guy	
Autres contributions	Sanz Michaël ; Cérézo Véronique (CETE Lyon) ; Patte Lionel (CETE Méditerranée)	
Date de publication	Novembre 2009	
Références	Néant	
Nature	R	
Résumé	<p>L'étude détaillée des accidents sur autoroute et sur Voie Rapide Urbaine, réalisée dans la première tranche du projet Divas, a donné lieu à la définition des grands enjeux et des scénarios d'accidents survenus sur ces objets routiers au cours de ces dernières années. Les travaux, basés sur l'analyse des procédures d'accidents corporels établies par les forces de l'ordre, ont permis de mieux comprendre les mécanismes d'accident et de définir une série de facteurs intervenant dans le déclenchement de l'accident ou dans les conséquences d'une sortie de chaussée.</p> <p>Dans le prolongement de cette étude, une recherche bibliographique et une recherche sur des sites Internet (près de 200 ouvrages ou sites ont ainsi été analysés) ont été faites pour trouver des actions correctives menées jusqu'à présent en France et à l'étranger pour tenter de réduire le nombre et la gravité des accidents. Le présent rapport reprend ces contremesures sous la forme d'un catalogue, organisé en fonction des scénarios précédemment définis. Les préconisations qui y figurent ont été classées en fonction de leur efficacité, autant que faire se pouvait. Si la plupart ont fait l'objet d'une recherche bibliographique, d'autres sont citées à titre indicatif, une sorte d'aide-mémoire, car elles sont en cours d'expérimentation et font l'objet d'évaluations au moment de la rédaction du rapport. Un regard particulier a été porté sur les facteurs relatifs à l'infrastructure.</p> <p>Unique en son genre, ce document a pour vocation de porter à la connaissance des gestionnaires d'autoroutes et de voies rapides urbaines les principaux résultats de recherche sur les aménagements améliorant la sécurité. Ce document est conçu de manière conviviale pour les aider à identifier rapidement des solutions aux problèmes de sécurité qu'ils doivent régler en fonction de leurs objectifs de sécurité et de leurs moyens financiers. Il sera complété par une version sous tableur afin de faciliter son utilisation.</p> <p>Ce document regroupe une vingtaine de scénarios d'accidents étudiés, qui donnent lieu à près de 200 contremesures orientées vers l'infrastructure, les usagers et les véhicules.</p> <p>En raison des difficultés d'accès à l'information et compte-tenu du fait que les gestionnaires d'autoroute n'évaluent pas toujours les actions réalisées ou ne communiquent pas systématiquement sur les résultats de leurs expérimentations, ces études ne sont pas exhaustives. Elles reflètent l'état des</p>	

	connaissances actuelles sur le sujet à partir de la littérature et des retours d'expérience accessibles, en France comme à l'étranger ; elles pourront – elles devront – être complétées dans le futur, en fonction de l'évolution de la recherche sur le sujet.
Mots clés	Autoroute – voie rapide urbaine – contremesures – coût – efficacité – infrastructure – véhicule - usager
Confidentialité	Non
Nombre de pages	229 pages
Valorisation	Fabrication et mise d'un outil convivial destiné aux gestionnaires pour les aider à retenir des solutions aux problématiques qu'ils rencontrent. Dans le cadre du projet risque routiers, il ne s'agira que d'un démonstrateur qui devra ensuite être valorisé auprès du SETRA pour une finalisation de l'outil et une diffusion aux gestionnaires routiers.
Commentaires	Néant

Fiche 25: Estimation d'un indicateur de la visibilité

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 4
Titre	Estimation d'un indicateur de la visibilité	
Sous-titre		
Auteur(s)	Nicolas Hautière	
Autres contributions	E. Dumont, R. Brémond, D. Aubert, J.-P. Tarel	
Date de publication	01/09/09	
Références	Livrable projet DIVAS 2C1	
Nature	R	
Résumé	<p>Dans ce livrable, nous avons présenté dans un premier temps les grandeurs qui conditionnent la visibilité routière et classé celles-ci en trois catégories : visibilité géométrique, visibilité photométrique et visibilité atmosphérique. Pour estimer la visibilité routière en temps réel sur véhicule, nous avons présenté deux approches. Une approche bottom up fait l'hypothèse unique d'un contraste dégradé. Elle estime à l'aide d'une paire d'images stéréoscopique ou d'une caméra couplée à une centrale inertielle la distance au contour visible le plus éloigné. Une approche top down détecte la perturbation qui dégrade la visibilité routière. Cette perturbation détectée et caractérisée, la visibilité routière est déduite à l'aide d'algorithmes inspirés par la modélisation des effets visuels de cette perturbation. Nous présentons une telle démarche dans le cas du brouillard diurne et nous parvenons à le détecter et à estimer la densité de celui-ci et en déduisons la distance de visibilité mobilisée grâce à une détection préalable de l'espace navigable.</p> <p>Il y a plusieurs perspectives à ce travail. Premièrement, la comparaison des détecteurs de contours visibles n'est pas achevée. Deuxièmement, nous n'avons pas traité de la complémentarité / fusion / intégration de ces méthodes avec les données cartographiques portant sur les caractéristiques photométrique et géométrique de l'infrastructure.</p> <p>Sur ce point, il y a deux perspectives à court terme dans le cadre du projet DIVAS. Une première porte sur l'alimentation d'un module de calcul de risque relatif à la visibilité. Une deuxième porte sur la fiabilisation des méthodes de traitement d'images. Il s'agit par exemple, connaissant la géométrie de la route devant le véhicule, d'estimer a priori si l'hypothèse d'une route plane est réaliste ou non et donc de valider / invalider / corriger l'estimation de la distance de visibilité par traitement d'images.</p>	
Mots clés	Visibilité atmosphérique, vision par ordinateur, visibilité photométrique	
Confidentialité	non	
Nombre de pages	46	
Valorisation	Communications C. BOUSSARD, N. HAUTIERE et B. d'Andréa NOVEL, Vehicle dynamics estimation for camera-based visibility distance estimation, in IEEE/RSJ	

	<p>International Conference on Intelligent RObots and Systems (IROS'08), Nice, France, p. 600–605, September 22-26 2008</p> <p>N. HAUTIERE, J.-P. TAREL et D. AUBERT, Free space detection for autonomous navigation in daytime foggy weather, in IAPR Conference on Machine Vision Applications (MVA'09), Yokohama, Japan, May 20-22 2009</p> <p>Perspectives</p> <ol style="list-style-type: none">1. OR I2V2. OR PALM3. Projet ANR ICADAC4. Projet FUI SAGILLIS
Commentaires	

Fiche 26: Méthode d'interprétation des trajectoires et calcul d'un facteur de risque de perte de contrôle en virage

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 4
Titre	Méthode d'interprétation des trajectoires et calcul d'un facteur de risque de perte de contrôle en virage	
Sous-titre		
Auteur(s)	Dimitri Daucher, Abdourahmane Koïta	
Autres contributions		
Date de publication	01/07/09	
Références	Livable DIVAS 2A3	
Nature	R	
Résumé	<p>Le but de ce travail était de construire des indicateurs de risque en s'appuyant sur des modèles construits et validés à partir de données expérimentales.</p> <p>Après avoir défini la trajectoire et ses propriétés, nous avons utilisé des techniques de clustering dans le but de regrouper les trajectoires en famille ayant des propriétés statistiques homogènes. Nous avons utilisé l'algorithme des nuées dynamiques pour réaliser ce travail. La vérification d'un critère de convergence a permis de valider cette phase. Ce travail a été réalisé sur chacun des virages de l'étude.</p> <p>A chaque classe obtenue (d'un virage donné) on associe alors un unique processus stochastique. Une première analyse statistique a été réalisée sur chacun de ces processus (étude de la stationnarité). Nous avons d'abord mis en évidence le fait que ces processus ne sont pas stationnaires. De plus cette non stationnarité provient de la non stationnarité de la fonction moyenne et de la non stationnarité de la fonction variance. Nous avons donc rendu adimensionnel ces processus. Les nouveaux processus normalisés vérifient eux l'hypothèse de stationnarité faible (ordre 2).</p> <p>Un modèle de trajectoires a ensuite été identifié pour chaque processus normalisé. Pour identifier les modèles, d'une part, nous avons caractérisé chaque processus en estimant la loi de probabilité, la fonction de répartition et la densité spectrale de puissance. D'autre part, nous avons identifié les lois de probabilité de chaque processus par une approximation raisonnable. La validation de cette approximation a été faite en utilisant un critère intégrale.</p> <p>Nous avons constaté sur la plupart des cas que le développement de la densité de probabilité sur la base des polynômes d'Hermite est la meilleure méthode par rapport à des méthode d'approximation par des lois classiques.</p> <p>Nous avons ensuite utilisé une méthode récente et très performante pour simuler ces processus. Elle est basée sur l'utilisation des lois finies dimensionnelles d'ordre 1 et de la DSP des processus. Enfin nous avons mis en œuvre une stratégie fiabiliste pour évaluer des probabilités de défaillance. Celles-ci sont relatives à deux états limites différents. Les résultats obtenus sont cohérents Méthode d'interprétation des trajectoires et calcul d'un facteur de risque de perte de contrôle en virage avec les observations (probabilités de l'ordre de quelques pourcents).</p>	

Fiche 27: Mécanismes de réduction de la visibilité par la pluie et les projections d'eau

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 4
Titre	Mécanismes de réduction de la visibilité par la pluie et les projections d'eau	
Sous-titre		
Auteur(s)	Nicolas Hautière	
Autres contributions	E. Dumont, R. Brémond, V. Ledoux	
Date de publication	01/11/08	
Références	Livrable projet DIVAS 2C2	
Nature	R	
Résumé	<p>Dans ce document, nous proposons d'établir, sur la base de la littérature scientifique existante, les différents mécanismes de réduction de la visibilité routière par la pluie et les projections d'eau.</p> <p>Nous avons classé les effets visuels de la pluie en trois grandes familles. La première famille d'effets concerne la diffusion de la lumière par la pluie. A ce niveau, on peut faire une analogie, dans une certaine mesure, avec les effets visuels du brouillard sur la visibilité routière. La deuxième famille d'effets concerne les projections d'eau. C'est d'une part la pluie qui tombe sur le pare-brise et d'autre part les projections d'eau provoquées par les autres véhicules. La troisième famille d'effets concerne les surfaces routières humides ou mouillées et en particulier les marquages routiers dont l'apparence change.</p> <p>Au bilan, la réduction de visibilité induite par la pluie et les projections d'eau est une combinaison de ces trois familles d'effets. A priori, on peut estimer que les familles deux et trois ont davantage d'impact sur la visibilité, les effets de la diffusion étant négligeable pour des pluie d'intensité moyenne.</p> <p>Pour schématiser ces effets, nous proposons deux figures. La figure 1 rassemble les différents effets de la pluie sur la visibilité de jour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transmission réduite - Voile atmosphérique - Pare-brise mouillé - Projections d'eau - Réflexions spéculaires 	
	Figure 1 : Effets visuels de la pluie de jour	

La figure 2 schématise la situation de nuit sous pluie par rapport à la situation normale, ce qui ajoute aux effets précédents la diminution de la rétroreflexion des phares du véhicule au profit des reflets spéculaires.

Nous voyons deux perspectives à ce travail. Une première perspective dans le cadre du projet DIVAS consiste à utiliser les modèles présentés dans ce document pour synthétiser un indice de risque relatif à la visibilité routière sous pluie, ce à partir de la détection de pluie par caméra détaillée dans le livrable 2C3. Une deuxième perspective consiste à réaliser des simulations photométriques des effets visuels de la pluie sur la visibilité routière, comme cela a été fait pour le brouillard, et à hiérarchiser ces différents effets.

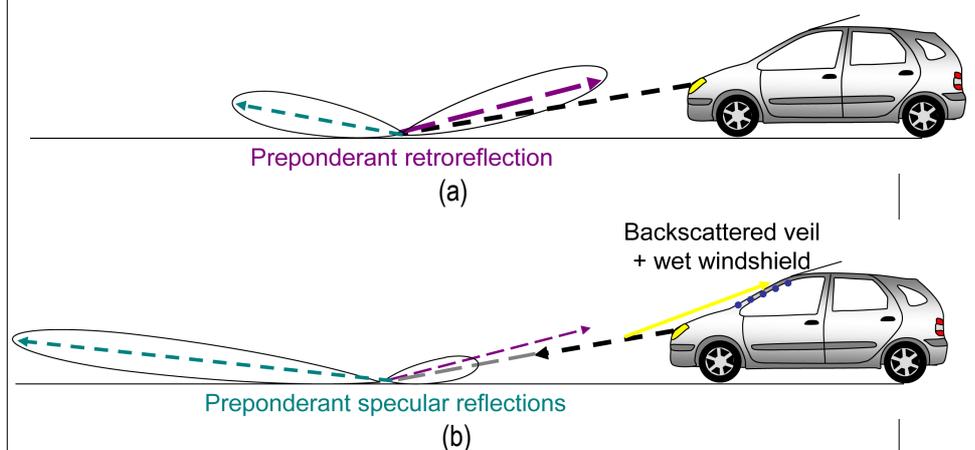


Figure 2: visibilité routière de nuit (a) par temps clair (b) par temps de pluie

Mots clés	Pluie, route mouillée, visibilité
Confidentialité	Non
Nombre de pages	18
Valorisation	<p>Communication : N. HAUTIERE, E. DUMONT, R. BRÉMOND et V. LEDOUX, Review of the mechanisms of visibility reduction by rain and wet road, in International Symposium on Automotive Lighting (ISAL'09), Darmstadt, Germany, September 2009.</p> <p>Perspectives : Projet FUI SURVIE, opération PALM</p>
Commentaires	

Fiche 28: Système de détection des conditions de visibilité (brouillard, pluie) et d'estimation de la distance de visibilité par caméra fixe

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 4								
Intitulé	Système de détection des conditions de visibilité (brouillard, pluie) et d'estimation de la distance de visibilité par caméra fixe									
Sous-titre	Projet Européen SAFESPOT									
Producteur(s)	Nicolas Hautière, Jérémie Bossu, Erwan Bigorgne, Cyril Brand									
Autres contributions	Abderrahmane Boubezoul, Nicolas Hiblot, Benoit Lusetti, Sébastien Glaser, Didier Aubert									
Date de réalisation										
Références										
Nature	O									
Résumé	<p>En combinant les données issues de capteurs placés dans les véhicules avec celles issues de capteurs placés en bord de voies, le projet Européen SAFESPOT cherche à prévenir plus en avance l'occurrence d'accidents par l'utilisation des communications véhicule à véhicule et véhicule infrastructure. Dans ce contexte, nous avons spécifié, développé et testé un capteur bord de voies fondé sur une simple caméra noir et blanc visant à détecter des conditions réduites de visibilité. Dans ce papier, nous présentons les principales fonctions du système ainsi que les performances obtenues.</p> <p>Aujourd'hui, les capteurs de brouillard et de pluie sont des capteurs dédiés et restent relativement coûteux. En outre, les capteurs de brouillard existants ont des problèmes de fiabilité en cas de brouillard dense ou non homogène. En comparaison, un logiciel de traitement d'images peut être facilement ajouté à un système existant de vidéo surveillance du trafic routier. De cette façon, le gestionnaire routier n'a pas de matériel supplémentaire à installer sur le bord de la route. Dans le cas d'une installation nouvelle, notre travail permet de multiplier les fonctionnalités supportées par les caméras et donc d'en réduire les coûts puisque les bénéfices sont supérieurs.</p> <p>D'après la norme NF P 99-320, le capteur idéal de visibilité routière doit détecter des visibilité inférieures à 400 m, l'assigner dans l'une des catégories suivantes (200 à 400 m, 100 à 200 m, 50 à 100 m, <50 m) et déterminer l'origine de la réduction de visibilité (brouillard, pluie, grêle, neige). Sur cette base, le tableau 1 liste les fonctionnalités du logiciel de traitement d'images développé dans le cadre du projet SAFESPOT.</p> <p>Tableau 1. Vue d'ensemble des fonctionnalités du logiciel développé</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Fonctionnalité</th> <th>Gamme de fonctionnement</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Présence de brouillard</td> <td>Jour et nuit</td> </tr> <tr> <td>Intensité du brouillard</td> <td>Jour</td> </tr> <tr> <td>Classe de visibilité</td> <td>Jour et nuit</td> </tr> </tbody> </table>		Fonctionnalité	Gamme de fonctionnement	Présence de brouillard	Jour et nuit	Intensité du brouillard	Jour	Classe de visibilité	Jour et nuit
Fonctionnalité	Gamme de fonctionnement									
Présence de brouillard	Jour et nuit									
Intensité du brouillard	Jour									
Classe de visibilité	Jour et nuit									

	Présence de pluie	Jour
	<p>Concernant la situation de brouillard diurne, nous avons proposé un logiciel de traitement d'images ne nécessitant pas de référence par beau temps qui non seulement estime la classe de visibilité mais aussi détecte que la réduction de visibilité est causée par le brouillard. Nous prenons en compte la structure 3D de la scène en détectant dynamiquement l'espace roulant. Pour la détection du brouillard nocturne, notre approche consiste à détecter des halos autour des sources lumineuses d'éclairage public. Enfin, pour la détection de pluie, une fois la caméra réglée pour voir la pluie, les composantes de pluie, dont l'orientation est supposée majoritairement quasi-verticale, sont extraites par une soustraction d'image de fond. Nous construisons ensuite un histogramme d'orientation de ces composantes de pluie et cherchons la présence d'un éventuel pic temporellement stable.</p> <p>Enfin, en se fondant sur les classes de visibilité décrites dans la norme NF P 99-320 et une analyse de sensibilité des algorithmes de détection décrits précédemment, nous avons proposé une méthodologie pour spécifier la caméra adaptée. Les différentes solutions trouvées seront détaillées.</p> <p>En outre, nous avons proposé une méthode de fusion des données bord de voies et données issues de véhicules (caméra ou feux anti-brouillard) permettant d'étendre la portée et d'interpoler des mesures ponctuelles issues de caméras fixes.</p>	
Mots clés	Vidéo-surveillance, distance de visibilité, brouillard, pluie	
Confidentialité	Non	
Valorisation	<p>Articles dans des revues à comité de lecture</p> <p>M. JOKELA, M. KUTILA, J. LAITINEN, F. AHLERS, N. HAUTIERE et T. SCHENDZIELORZ, Optical road monitoring of the future smart roads - preliminary results, International Journal of Computer and Information Science and Engineering, vol. 1, no. 4, p. 240-245, 2007.</p> <p>Communications réalisées</p> <p>J.-M. BLOSSEVILLE, J. EHRLICH, S. GLASER, N. HAUTIERE et F. PEYRET, Vers une sécurité routière accrue par la coopération véhicule-infrastructure : contributions du LCPC au projet SAFESPOT, in Congrès ATEC-ITS France, Issy-les-Moulineaux, France, 30-31 janvier 2007</p> <p>N. HAUTIERE, E. BIGORGNE et D. AUBERT, Daytime visibility range monitoring through use of a roadside camera, in IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV'08), Delft, The Netherlands, June 4-6 2008.</p> <p>N. HAUTIERE, E. BIGORGNE, J. BOSSU et D. AUBERT, Meteorological conditions processing for vision-based traffic monitoring, in International Workshop on Visual Surveillance - in conjunction with ECCV'08, Marseille, France, October 2008.</p> <p>N. HAUTIERE, J. BOSSU, E. BIGORGNE, N. HIBLOT, A. BOUBEZOUL, B. LUSETTI et D. AUBERT, Sensing the visibility range at low cost in the SAFESPOT road-side unit, in ITS World Congress, Stockholm, Sweden, 21-25 september 2009.</p> <p>N. HAUTIERE et A. BOUBEZOUL, Combination of roadside and in-vehicle sensors for extensive visibility range monitoring, in IEEE International Conference On Advanced Video and Signal Based Surveillance, Genoa, Italy,</p>	

	<p>september 2009.</p> <p>N. HAUTIERE, J. BOSSU et C. BRAND, Une solution d'acquisition d'images à multiples fonctions de réponse, in XXII Colloque GRETSI, Dijon, France, 8-11 septembre 2009</p> <p>J. BOSSU, N. HAUTIERE et J.-P. TAREL, Utilisation d'un modèle probabiliste d'orientation de segments pour détecter des hydrométéores dans des séquences vidéo, in XXII Colloque GRETSI, Dijon, France, 8-11 septembre 2009.</p> <p>Perspectives</p> <ol style="list-style-type: none">1. OR PALM et collaboration LCPC – Météo France sur le brouillard2. Proposition de projet CalFrance sur le brouillard en partenariat avec l'université de Berkeley.3. Montage d'un projet FUI avec un industriel de la vidéo-surveillance4. soumission de deux articles de revue à comité de lecture5. Communication à PRAC 2010
Commentaires	

Fiche 29: Logiciel de Lane-Matching

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 4
Intitulé	Logiciel de Lane-Matching	
Sous-titre	Positionnement de véhicule à la voie près par fusion de données GPS, odométriques, inertielles, et carte précise	
Producteur(s)	Ortiz miguel ; Bétaille david ; Malinowski Thomasz	
Autres contributions		
Date de réalisation	14/08/09	
Références	Néant	
Nature	I [Produit Informatique]	
Résumé	<p>Contexte</p> <p>La géolocalisation par GPS seul n'atteint pas les performances nécessaires pour géolocaliser un véhicule à la voie près. Les navigateurs GPS actuels nous fournissent au mieux une position map-matchée sur la route.</p> <p>Objectif</p> <p>Dans le cadre du projet Européen CVIS, et plus précisément dans le sous projet POMA (POstioning and MApping), MI s'est engagé à développer un logiciel de map-matching précis à la voie près. Le logiciel est en réalité une librairie (package) utilisée par une interface complète d'acquisition de capteurs : RTMaps.</p> <p>Fonctionnalités</p> <p>Notre logiciel de Lane-Matching est un filtre de Kalman associé à une cartographie précise des voies de roulage. Le filtre de Kalman a en entrées une information de position géographique GPS corrigé EGNOS, la vitesse du véhicule (via le bus CAN du véhicule), la vitesse de rotation de celui ci fournie par une centrale inertielle Analog Device de type MEMS. Le filtre de Kalman nécessite d'être bien réglé pour obtenir ses meilleurs performances. Les réglages en question sont très liés à la nature et à l'estimation des biais des différents capteurs mis en jeu. La sortie de ce filtre est une position géographique associée à un indice de confiance. L'idée ensuite est d'utiliser un map-matching sur une carte précise contenant la description des voies : leur positionnement par rapport à la chaussée, ainsi que le nombre de voies total à chaque tronçon de chaussée. Notre logiciel de Lane-Matching détermine à partir de la sortie du filtre de Kalman et de la carte précise, la voie sur laquelle sur véhicule se situe (par exemple voie n°2 sur un total de 3).</p> <p>Qualification/Performances</p> <p>Les performances du logiciel sont étroitement lié à la qualité du signal GPS reçu. Des essais ont été menés à Satory pour mettre au point l'algorithme. Une démonstration officielle a eu lieu dernièrement à Stockholm dans le cadre d'ITS World. Cette dernière a été jugée très probante par les acteurs du domaine. Cependant, aucune documentation de validation n'a été rédigé à ce jour.</p> <p>MI s'engage à le faire dans la dernière étape de réalisation de ce logiciel : le Lane-Matching associé à un filtre particulière (à la place du filtre de Kalman). Cet</p>	

	algorithme déjà opérationnel sous Matlab doit en effet être porté sous RTMaps d'ici la fin du projet CVIS (avec une démo à Amsterdam INTERTRAFFIC du 23 au 26 mars 2010)
Mots clés	Lane-Matching, Kalman, GPS, fusion de données, carte précise, navigation
Confidentialité	Non
Valorisation	Démontré à ITS World 2009 (Stockholm)
Commentaires	

Fiche 30: Projet européen CVIS

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : (1, 2, 3 ou 4)
Titre	Projet européen CVIS	
Sous-titre		
Auteur(s)	DUPIN Francis	
Autres contributions	<u>Principaux intervenants au projet CVIS</u> LIVIC : Dominique Gruyer, Steve Pechberti, Francis Dupin. MI : David Betaille,	
Date de publication	2009	
Références		
Nature	R	
Résumé	<p>CVIS est un projet européen dont l'objectif est de concevoir une plateforme de communication entre le véhicule et l'infrastructure, ainsi que des services qui s'appuient dessus. Les services concernent la sécurité (p.ex. détection de véhicule à contre-sens), la gestion du trafic (p.ex. optimisation de la vitesse à l'approche d'un feu tricolore), le stationnement, ...</p> <p><u>Le LCPC a contribué dans 3 sous-projets :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • POMA : Localisation du véhicule • EDA : Détection des véhicule à contre-sens et information des véhicules voisins, alerte de vitesse excessive. • Site de test : Mise en place d'une infrastructure pour réaliser les essais du projet. <p>POMA</p> <p>Dans l'objectif de rendre la localisation des véhicules plus robuste et d'une précision métrique (positionnement dans la voie de circulation), une approche fondée sur l'IMM (interacting multiple model) a été développée. Cette approche est couramment utilisée pour le suivi des cibles dans les domaines militaire et présente de nombreux avantages : rapidité d'exécution, robustesse de la méthode, utilisation de modèles dédiés à des manoeuvres particulières, et surtout calcul des probabilités sur chaque modèle permettant d'identifier le ou les modèles d'évolution les plus probable à la situation en cours. Les modèles utilisés par cette méthode ont été étendus afin de prendre en compte les caractéristiques des déplacements des véhicules (Accélération constante, vitesse constante, virage constant, arrêt, marche arrière). De plus, afin d'adapter la méthode IMM classique au problème du positionnement d'un véhicule, des mécanismes ont été ajoutés pour permettre la prise en compte et la fusion de données provenant de capteurs asynchrones. Des tests de précision et de robustesse ont été effectués : les résultats obtenus sont très encourageants et montrent que cette approche est plus adaptée au problème de localisation routière que des approches classiques mono-modèle (Extended Kalman, DD1, DD2, UKF).</p>	

EDA

Le développement d'applications embarquées au sein des véhicules et de l'infrastructure est sujet à de nombreuses contraintes. (les données collectées peuvent provenir de différentes sources, une multitude de services doit pouvoir tourner en parallèle sur une même entité, enfin les résultats des différents services tournant sur une entité doivent pouvoir être partagée avec les autres entités de la route.). Aussi, il a été décidé de développer une architecture modulaire reposant sur un langage commun pour traiter les différentes problématiques rencontrées et ainsi s'affranchir des contraintes liées aux différentes solutions proposées par les partenaires.

EDA est donc avant tout une plateforme d'accueil de services fournissant une interface aux différents sources d'information nécessaires à la réalisation d'applications embarquées et communicantes. EDA repose sur une application hôte en charge de l'enregistrement et du maintien à jour de la liste des différents fournisseurs de services embarqués dans le véhicule ou l'unité de bord de voie ainsi que de la prise en charge et de l'exécution des services développées au sein de cette architecture. La plateforme prend en compte les principaux acteurs d'un réseaux routier, elle peut être déployée aussi bien sur des véhicules que sur des unités de bord de voies ou des centres serveurs. Tous les accès aux différents services ont été standardisé permettant aux utilisateurs de focaliser leur développement non pas sur la prise en charge des technologies utilisées mais bien sur le cœur de métier de celui-ci à savoir la détection ou la notification d'évènements.

Un squelette de services est également disponible, se présentant sous la forme d'un formulaire dont les différentes parties correspondent aux différentes étapes de la prise en compte d'un évènement intervenant sur la route, à savoir: la détection, la mise à jour, l'émission et la réception auprès du conducteur et des autres acteurs de la route.

L'application hôte est également en charge du maintien à jour des évènements par l'intermédiaire de méthodes propres à l'évènement - en effet, un accident ne se maintient pas à jour de la même manière qu'une modification des règles de circulations par exemple - et de l'exportation de ces évènements auprès des différents acteurs, le conducteur du véhicule, les véhicules environnants, les unités de bord de voie et peut-être un centre serveur. Un système de filtrage géographique et topologique est également disponible afin de ne prévenir que les véhicules directement concernés par l'évènement. Tous ces aspects de communication de l'information est également régit par les méthodes définies dans les services.

Enfin pour illustrer l'utilisation et le fonctionnement de la plateforme, plusieurs services ont été développés : un service de report auprès du conducteur de la vitesse réglementaire et de détection de sur-vitesse ainsi qu'un service de détection de véhicule à contre sens prévenant à la fois le conducteur concerné qu'il circule dans le mauvais sens de circulation et les véhicules environnant qu'un véhicule est actuellement en train de venir à contre sens. Ces services ont été testés avec plusieurs fournisseurs de services, notamment en ce qui concerne la gestion d'une carte numérique, trois modules ont été développés pour prendre en compte à la fois une cartographie NavTeq, une cartographie fournit par MapInfo ainsi qu'une carte propriétaire développé au sein du LIVIC.

Un sous-projet a pour mission de certifié les applications. Les résultats lors de la campagne de certification étaient pour la détection d'évènement de l'ordre de 50

	<p>ms, de la détection proprement dites jusqu'au report de l'information auprès du conducteur, en ce qui concerne la prévention des autres acteurs de la route, les résultats étaient variables en fonction du média utilisé, de moins de 1 seconde à quelques secondes dans des conditions particulièrement dégradées. La plateforme EDA développée dans le cadre du projet CVIS va être réutilisée pour un projet Franco-Allemand nommé PROTON-PLATA et est susceptible d'être intégrée également au projet PreDrive.</p> <p>Site de test</p> <p>Versailles-Satory est l'un des sites de tests pour les applications de CVIS.</p> <p>Le LCPC a fourni les services et l'infrastructure pour tester les fonctionnalités de localisations (POMA) et les applications de haut niveau (EDA).</p> <p>Les communications entre les véhicules et l'infrastructure étant fondées sur la couche IPV6, il est nécessaire d'avoir une liaison entre le lieu des essais et Internet, car la gestion du réseau est assurée par les serveur de Telecom Bretagne (Il fournit le Home Agent). On a donc conçu un réseau sans fil en technologie WIMAX pour la desserte entre le bâtiment du LIVIC et les stations de bord de voie. Il s'agit de la première étape, avant la réalisation d'un réseau à demeure sur les pistes d'essais.</p> <p>Les résultats de cette première phase sont très encourageants : une liaison à mieux que 2Mbits/s, très stable. On est passé à la phase 2 : établissement d'un réseau de communication sur les pistes d'essais. Il s'agit d'investissement conséquents, puisque cela nécessite d'installer plusieurs mâts d'antennes de 12 mètres. L'objectif est de couvrir la moitié est des pistes d'essais. La commande du matériel est terminée. La pose des mâts et des équipements est prévue pour février 2010, pour une disponibilité en avril 2010</p>
Mots clés	localisation du véhicule, Véhicule à contre-sens, Ghost driver, IPV6, wimax, pistes d'essais de Satory
Confidentialité	Non
Nombre de pages	
Valorisation	
Commentaires	

Fiche 31: DIRCO

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : (1, 2, 3 ou 4)
Intitulé	DIRCO	
Sous-titre	Dispositif d'enregistrement des données de la conduite	
Producteur(s)	DUPIN Francis	
Autres contributions		
Date de réalisation	<celle qui figure sur le rapport>	
Références	DIRCO_02	
Nature	A	
Résumé	<p>Le DIRCO (Dispositif de Recueil de données Comportementales) a été développé par le LIVIC pour mener des études sur le comportement des conducteurs, le risque attaché à la conduite et le diagnostic d'infrastructure.</p> <p>C'est un enregistreur de données destiné à être embarqué à bord de véhicules. Sa connectique simplifiée permet un montage aisé. Il est totalement autonome: il démarre et s'arrête automatiquement. Ceci fait qu'il se prête très bien à l'instrumentation de flottes de véhicules.</p> <p>Le DIRCO exploite le multiplexage des capteurs intégrés dans les véhicules en enregistrant les données issues du bus CAN. Il se connecte à de multiples capteurs : centrale inertielle 3 axes, GPS, caméras, entrées analogiques, numériques. Sa structure modulaire et sa puissance de calcul permettent de l'adapter aux besoins les plus divers, avec la possibilité de rajouter des capteurs.</p> <p>Performances :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cycle d'acquisition : 20 ms. Données horodatées et géo référencées (précision dépendant du GPS utilisé). - Datation en ms, précision théorique 10us. <p>Capteurs intégrés : Webcams, centrale inertielle, GPS avec PPS, bus CAN, entrées analogiques et numériques</p> 	

L'enregistrement des capteurs, et les conversions d'unités et de format se font en temps réel, l'ensemble fonctionnant avec un noyau temps réel LINUX.

Le format des fichiers d'enregistrement est ouvert et modifiable (par défaut CSV)

- Consommation : 2A sous 12V, nulle à l'arrêt.

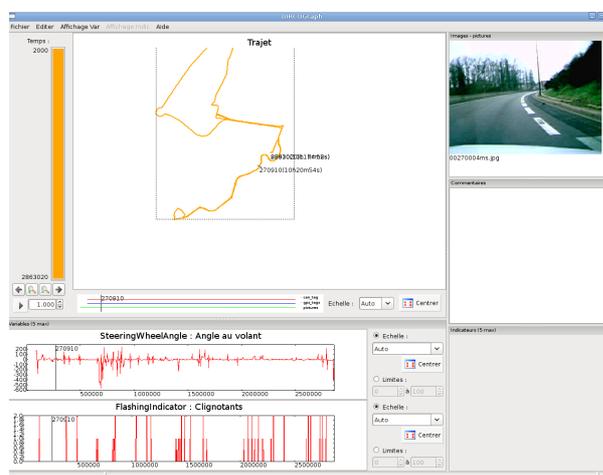
- Alimentation : 2 fils d'alimentation, 1 fil de commande pour la mise en route et l'arrêt.

- Dimensions : 195x81x270 mm

DircoGraph, un outil d'analyse original

DircoGraph a été conçu dans le cadre de l'opération Risque Routier

DircoGraph est un logiciel d'analyse des enregistrements. L'objectif est d'avoir à disposition un outil qui permette très simplement de vérifier les données enregistrées. DircoGraph, dont la configuration est volontairement simplifiée, affiche les trajets GPS, les courbes de mesures, les images et les sons.



Bien plus qu'un logiciel dédié au DIRCO, il permet d'analyser tout fichier dont les données sont présentées en colonnes (format CSV), avec une datation en ms. Ses utilisations possibles sont donc multiples.

On l'utilise d'ailleurs actuellement pour analyser des données issues d'autre enregistreurs.

Valorisation du DIRCO

Il a été fourni à plusieurs CETE (St Brieuc pour le véhicule Voicie, Normandie Centre, prochainement Sud-Ouest), ainsi qu'à MI pour le projet MITL/MITG

Il est utilisé aussi dans le projet collaboratif CARVAL.

Suites à donner

Le DIRCO est mature. Il a cependant du mal à se diffuser, car il est de plus en plus concurrencé par des produits industriels. Ses avantages sont sa grande puissance de calcul, et -l'intérêt n'est pas moindre – la connaissance irremplaçable que l'on a de son fonctionnement. Ses inconvénients sont sa taille, son prix et sa configuration complexe.

Il serait intéressant d'en concevoir une version «allégée», moins chère et de faible taille, car on sent qu'il y aurait une demande pour les projets de recherches qui impliquent l'utilisation de flottes de véhicules. Il y aurait dans ce cas des investissements à réaliser, car c'est un produit industriel qui intéresse, bien plus qu'un

	<p>outil en développement constant.</p> <p>DircoGraph est un logiciel parfaitement abouti dont nous allons cependant avoir du mal à assurer le support technique, faute de ressources. Il serait intéressant de diffuser le programme en « open source » avec licence gratuite d'utilisation type GPL, pour créer une communauté d'utilisateurs.</p>
Mots clés	Datalogger, enregistrement de mesures, comportement conducteur
Confidentialité	Non
Valorisation	Cf. rapport Cete Normandie-Centre – ERA 34
Commentaires	

Fiche 32: Projet européen SAFESPOT

Opération de recherche :	11K063 – Risques routiers (2006 – 2009)	Sujet : 4
Titre	Projet européen SAFESPOT	
Sous-titre	Sous Projet Infrasens, COSSIB et West Test Site	
Auteur(s)	Sébastien Glaser	
Autres contributions	<u>Principaux intervenants au projet Safespot</u> LIVIC : Sébastien Glaser, Benoit Lusetti, Jean Marie chevreau, Jacques Ehrlich LEPSIS : Nicolas Hautière MI : François Peyret, Miguel Ortiz	
Date de publication	2009	
Références		
Nature	R	
Résumé	<p>SAFESPOT est un projet européen dont l'objectif est de concevoir des applications permettant de définir une marge de sécurité et d'alerter le conducteur lorsque celle-ci se réduit fortement. Le projet s'intéresse à étendre cette marge de sécurité en utilisant des systèmes coopératifs, fondés sur la communication V2V et V2I. Le projet est architecturé autour de développements innovants : La définition d'une carte local dynamique (LDM) et d'un routeur spécifique supportant les spécificités d'applications liées à la sécurité.</p> <p><u>Le LCPC a contribué dans 3 sous-projets :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Infrasens : Développement de la perception, côté Infrastructure • Cossib : Développement d'applications côté infrastructure. • Site de test : Mise en place d'une infrastructure pour réaliser les essais du projet. <p>Infrasens</p> <p>L'objectif du projet Infrasens est double. Tout d'abord, le sous projet s'est focalisé sur le développement de capteurs innovants permettant de réaliser certaines mesures depuis l'infrastructure. Le LCPC a participé à cette action en développant un capteur de distance de visibilité. Ensuite, les informations provenant de plusieurs sources (véhicules, capteurs sur l'infrastructure), il convient de les fusionner afin de fournir aux applications de plus haut niveau, une information synthétique. Dans ce cadre, le LCPC a développé un module permettant de détecter le type de condition climatique et de générer les événements adéquats.</p> <p>COSSIB</p> <p>Le sous projet COSSIB s'intéresse au développement d'applications visant à étendre la marge de sécurité du conducteur en fondant l'intelligence principalement sur l'infrastructure. Le sous projet s'intéresse particulièrement à la</p>	

	<p>prévention d'accident, en signalent les incidents au delà de la portée des capteurs du véhicule. Le LCPC a développé trois application de prévention des vitesses excessives, par rapport à la limite légale, par rapport à des événements dynamique, et par rapport à des points noirs statiques de l'infrastructure.</p> <p>Site de test</p> <p>Versailles-Satory est l'un des sites de tests pour les applications SAFESPOT.</p> <p>Le LCPC a fourni les services et l'infrastructure pour tester les fonctionnalités des applications de COSSIB.</p> <p>Il a aussi permis l'évaluation des applications sur site ouvert, en collaboration avec le CG22.</p>
Mots clés	Carte locale dynamique, VANET, Speed Alert, Site de test de Satory, Site de test CG22
Confidentialité	oui
Nombre de pages	
Valorisation	<p>Livrables du sous projet INFRASENS</p> <p>D2.2.1 Needs and Requirements (Summary)</p> <p>D2.2.2 Part A Needs and Requirements of infrastructure-based sensing</p> <p>D2.2.2 Part B Technology Review and Survey</p> <p>D2.2.2 Part C System Requirements</p> <p>D2.3.1 Specifications for infrastructure-based components (Interim Report Summary)</p> <p>D2.4.1 Interim Report: Implementation and prototypes for infrastructure-based components (Summary)</p> <p>D2.4.2 Final Report: Implementation and prototypes for infrastructure-based components (Summary)</p> <p>Livrables du sous projet COSSIB</p> <p>D5.2.1 Definition of use case (Summary)</p> <p>D5.2.2 Common architecture and communication (Summary)</p> <p>D5.2.3 Application Scenarios and Requirements (Summary)</p> <p>D5.3.1 Specifications for Speed Alert (Summary)</p> <p>D5.3.2 Specifications for Hazard & Incident Warning (Summary)</p> <p>D5.3.3 Specifications for Intelligent Cooperative Intersection Safety (Summary)</p> <p>D5.3.4 Specifications for the Road Departure Application (Summary)</p> <p>D5.3.5 Specifications for Safety Margin for Assistance and Emergency Vehicles (Summary)</p> <p>D5.4.1 Application algorithms</p>
Commentaires	