



## PROJET SARI - PREDIT 3

Surveillance Automatisée de la Route pour l'Information des  
conducteurs et des gestionnaires



**VIZIR**

**Rapport final du Projet  
Fin de la Tranche 3**

**Prédit SARI, thème VIZIR  
Projet financé par la DRI et la DSCR  
Tranche 3 financée par la DRI**

Responsable :  
R. Brémond (LCPC)



## Sommaire

<b>1 - Synthèse</b>	<b>5</b>
1.1 - Objectifs	5
1.2 - Contenu	5
1.3 - Budget	5
1.4 - Livrables	6
<b>2 - Livrables de la tranche 3</b>	<b>7</b>
2.1 - action 3.1 : évaluation des outils et méthodes de diagnostic sur itinéraire	7
2.2 - action 3.2 : expérimentation avant/après intervention en carrefour	7
2.3 - action 3.3 : expérimentation avant/après intervention en ligne droite	7
2.4 - action 3.4 : expérimentation avant/après intervention en virage	7
2.5 - action 4.1 : acceptabilité	7
2.6 - action 5.1 : animation du projet	8
<b>3 - bilan technique de la tranche 3</b>	<b>9</b>
3.1 - Action 3.1	9
3.1.1 - Objectif	9
3.1.2 - Résultats	9
3.2 - Action 3.2	10
3.2.1 - Objectif	10
3.2.2 - Résultats	10
3.3 - Action 3.3	11
3.3.1 - Objectif	11
3.3.2 - Résultats	11
3.4 - Action 3.4	11
3.4.1 - Objectif	11
3.4.2 - Résultats	12
3.5 - Action 4.1	12
3.5.1 - Objectif	12
3.5.2 - Résultats	12
3.6 - Action 5.1	12
3.6.1 - Objectif	12
3.6.2 - Résultats	13
<b>4 - Produits</b>	<b>15</b>
4.1 - Véhicule de mesure du relevé 3D de la route	16
4.2 - Véhicule de mesure du relevé de la route en images stéréo	16
4.3 - Véhicule de mesure de la photométrie des chaussées	16
4.4 - Capteurs de trafic dans la chaussée : vitesse + position latérale	17
4.5 - Logiciel de calcul de la distance de visibilité nocturne	17
4.6 - Logiciel de calcul de la distance de visibilité géométrique (relevé 3D)	17
4.7 - Logiciel de calcul de la visibilité du marquage routier	17
4.8 - Observatoire des trajectoires non intrusif	18
4.9 - Observatoire de carrefour « portable »	18
4.10 - Système d'alerte en carrefour à mauvaise visibilité	18
4.11 - Méthodologie d'étude d'un aménagement routier sur simulateur de conduite	19
<b>5 - Brevets</b>	<b>20</b>
<b>6 - Publications</b>	<b>21</b>
6.1 - Articles de revues	21
6.1.1 - Articles publiés	21

---

6.1.2 - Articles soumis	21
<b>6.2 - Conférences</b>	<b>21</b>
6.2.1 - 2006	21
6.2.2 - 2007	21
6.2.3 - 2008	22
6.2.4 - 2009	22
<b>6.3 - Projets de publication</b>	<b>22</b>
<b>7 - Conclusion</b>	<b>24</b>

# Projet SARI, Thème VIZIR

## Rapport final

### 1 - SYNTHÈSE

#### 1.1 - Objectifs

L'objectif du thème VIZIR de SARI était d'apporter des éléments pour le diagnostic des ruptures de visibilité et de lisibilité routière sur le réseau inter-urbain français, et de proposer des solutions curatives opérationnelles validées par des expérimentations sur site. La crédibilité du déploiement était un aspect crucial des solutions proposées. Trois Conseils Généraux (22, 49 et 91) étaient partenaires du projet.

#### 1.2 - Contenu

Le thème VIZIR était structuré en 3 parties, qui correspondent chacune à une problématique spécifique concernant la visibilité routière.

1. Le diagnostic de la visibilité routière sur itinéraire. Cet objectif concerne plusieurs aspects de la visibilité routière : la visibilité géométrique (utilisée notamment pour le tracé des chaussées), le masquage (bâtiments, végétation), la visibilité du marquage routier et la visibilité nocturne. Cette thématique a été abordée en partenariat avec le CG 91 (Essonne).
2. L'information des usagers de la voie prioritaire en amont d'un carrefour sur une situation potentiellement à risque sur la voie non prioritaire, pour des carrefours susceptibles d'une mauvaise visibilité. Cette thématique a été abordée en partenariat avec le CG 22 (Côtes d'Armor).
3. L'amélioration de la lisibilité des sommets de côte en ligne droite, et une meilleure compréhension des facteurs accidentogènes sur ces sections, qui représentent un enjeu réel dans certains départements. Cette thématique a été abordée en partenariat avec le CG 49 (Maine et Loire).

#### 1.3 - Budget

Le thème VIZIR a été découpé, pour des raisons budgétaires, en 3 tranches.

- La tranche 1 a été notifiée par la DRI en décembre 2005, pour une durée de 18 mois, prolongée par la suite à 22 mois. La subvention demandée était de 600 k€ TTC, soit 30% du budget de cette tranche (2 005 k€ TTC). La tranche 1 s'est terminée en 2007 et la subvention a été payée par la DRI.
- La tranche 2 a été notifiée par la DSCR en décembre 2006, pour une durée de 24 mois. La subvention demandée était de 445 k€ TTC, soit 32% du budget de cette tranche (1 417 k€ TTC). Une demande de réévaluation de 46 k€ TTC a été adressée à la DSCR en septembre 2007 et acceptée. Une seconde demande de réévaluation de 13 k€ TTC a été adressée en juillet 2008, et elle a été refusée par la DSCR (le LCPC n'a toutefois pas reçu de réponse).

formelle à sa demande au 20/05/2009). Un acompte a été demandé par le LCPC en octobre 2008 et payé par la DSCR fin 2008, et le solde a été demandé par le LCPC en mai 2009.

- La tranche 3 a été notifiée par la DRI en décembre 2006, pour une durée de 24 mois. La subvention demandée était de 140 k€ TTC, soit 27% du budget de cette tranche (530 k€ TTC). Une demande de report de 6 mois de la date de fin de tranche a été adressée à la DRI en juillet 2008, ce qui a été accepté. La durée de la tranche 3 était donc portée à 30 mois, la fin du Projet étant notifiée début juin 2009.

Au total, le projet s'est étalé sur une durée de 3 ans ½ (décembre 2005-juin 2009), pour un budget total de 3 952 k€ TTC et une demande de subvention de 1 185 k€ TTC.

#### **1.4 - Livrables**

L'ensemble des livrables du Projet a été fourni aux financeurs dans les délais : 15 livrables en tranche 1 [DRI], 13 livrables en tranche 2 [DSCR] (dont un, non contractuel, produit par l'INRETS suite à une expérimentation sur simulateur de conduite qui n'avait pas été programmée au départ du Projet), enfin 6 livrables en tranche 3 [DRI].

A noter que certains livrables ont été modifiés en cours de Projet par rapport à leur intitulé initialement prévu, en fonction des besoins constatés. C'est le cas, par exemple, des livrables 3.3.2. et 4.1.2 de la tranche 3 (Cf. ci-dessous). Ces modifications ont toujours été validées en Comité de pilotage de SARI, avec l'accord des financeurs (DRI et DSCR).

## 2 - LIVRABLES DE LA TRANCHE 3

On liste ci-dessous les livrables contractuels de la tranche 3 du Projet VIZIR, en précisant à chaque fois l'action concernée, le responsable et la date de livraison. Ce tableau tient compte des modifications intervenues en cours de Projet, qui ont été validées par le comité opérationnel du projet SARI, où la DRI (financeur de la tranche 3) est représentée par F. Breuillin.

### 2.1 - action 3.1 : évaluation des outils et méthodes de diagnostic sur itinéraire

Responsable : R. Metzger (CG 91)

Livrable **3.1.2** : évaluation comparative des méthodes de mesure de la distance de visibilité (LRPC Strasbourg, LCPC, LRPC St Brieuc, CG 91, Armines,).

Livré en mai 2009.

### 2.2 - action 3.2 : expérimentation avant/après intervention en carrefour

Responsable : P. Fournier (CG 22)

Livrable **3.2.2** : Rapport d'expérimentation sur site du système d'information de l'utilisateur sur la présence d'autres usagers (LRPC St Brieuc, Vitec, CEA, CG 22).

Livré en mai 2009.

*Remarque* : conformément à une décision prise en ComOp de SARI, ce livrable ne contient pas l'analyse des résultats, cette analyse étant reportée au livrable 2.8.3.bis du thème AJISE de SARI, en raison des retards pris lors de l'expérimentation.

### 2.3 - action 3.3 : expérimentation avant/après intervention en ligne droite

Responsable : A. Stephant (CG 49)

Livrable **3.3.3** : Rapport d'analyse des comportements (en termes de trajectoires) observés sur le site expérimental avec et sans bandes sonores (LRPC Angers, ESEO, INRETS, CG 49).

Livré en mai 2009.

### 2.4 - action 3.4 : expérimentation avant/après intervention en virage

Responsable : P. Fournier (CG 22)

Livrable **3.4.1** (T3+21) : Spécificité en virage pour l'évaluation de la visibilité du marquage par analyse d'image. (Nexyad, Prosign).

Livré en mai 2009.

### 2.5 - action 4.1 : acceptabilité

Responsable : L. Désiré (LRPC St Brieuc)

Livrable **4.1.2**. Coûts liés au déploiement de la solution envisagée sur un carrefour plan en croix en zone rurale (LRPC St Brieuc, CG 22).

Livré en mai 2009.

## **2.6 - action 5.1 : animation du projet**

responsable : R. Brémond (LCPC)

Livrable **5.1.3** : Rapport final du projet VIZIR (le présent document).

Livré en mai 2009.

## 3 - BILAN TECHNIQUE DE LA TRANCHE 3

### 3.1 - Action 3.1 : évaluation des outils et méthodes de diagnostic sur itinéraire

#### 3.1.1 - Objectif

L'objectif de cette action était l'évaluation des outils et méthodes de diagnostic sur itinéraire. Il s'agissait de valider les descripteurs de visibilité géométrique fournis par les prototypes disponibles :

- le logiciel « Qt-Ballad » mis au point par le LRPC de Strasbourg, exploitant les modèles 3D et trajectoires relevés par le véhicule instrumenté LARA-3D de l'ENSMP/CAOR ;
- la méthode basée sur l'analyse de paires d'images stéréoscopiques développée par LCPC/DESE, exploitant les séquences acquises par le Kangoo-stéréo du LRPC de Strasbourg ;
- le système d'acquisition et de traitement VISULINE développé par le LRPC de Saint-Brieuc.

Cette validation a été faite par comparaison des résultats de ces moyens de mesure de la visibilité géométrique sur des itinéraires communs, et d'une confrontation à une évaluation de la visibilité « à dire d'expert ».

#### 3.1.2 - Résultats

Dans le cadre du projet Vizir, deux nouveaux outils de mesure de la distance de visibilité géométrique ont été conçus : une méthode par acquisition d'un modèle numérique 3D de l'environnement de la route et une méthode par analyse d'images stéréoscopiques. Les résultats obtenus par ces deux méthodes lors de la comparaison intensive sur divers itinéraires démontrent la nécessité d'améliorer encore les outils pour les rendre plus robustes aux diverses perturbations rencontrées.

Il est nécessaire d'améliorer l'approche par analyse d'images stéréo avant de pouvoir espérer obtenir un système qui fonctionne automatiquement. L'outil actuel peut être utilisé seulement de façon supervisée par un opérateur expert qui contrôlera et corrigera les résultats obtenus. En effet, il y a deux sources principales d'erreurs. La première cause d'erreur est aux occultations produites par les véhicules, les camions en particuliers qui cachent une partie de la chaussée et induisent donc une sous-estimation de la distance de visibilité géométrique de la route. Exceptionnellement, ces véhicules peuvent induire des problèmes de recalage entre les vues stéréo lors de l'estimation du profil de la route. La deuxième cause vient de la difficulté à correctement segmenter la chaussée, quelles que soient les conditions d'éclairage (jaunissement de l'image au coucher du soleil), les conditions météorologiques (brumes et grisailles) et les saisons (jaunissement des accotements et arbres grisâtres en hiver). Ces deux causes d'erreurs imposent des conditions sur l'utilisation d'un tel outil de mesure de la distance de visibilité : trafic faible, temps clair, en milieu de journée, au printemps ou en été.

La technique basée sur l'utilisation d'un modèle 3D est tributaire de la qualité de ce dernier. Il est, en premier lieu, nécessaire d'améliorer l'étape d'acquisition. Comme pour la méthode par stéréovision, l'idéal serait de pouvoir réaliser les acquisitions dans des conditions de faible trafic. A défaut, il serait bénéfique de mettre au point des outils de filtrage des données erronées issues des interactions avec d'autres véhicules. Il est également, impératif de rendre plus fiable et plus précise l'estimation de la trajectoire du véhicule, de façon à garantir l'intégrité du positionnement des points du modèle. Enfin, la triangulation du nuage de points est actuellement trop dense et la structuration des données ne permet pas un traitement par lots. La simplification efficace des données est donc un axe de travail important, en amont de notre application. Les

expérimentations ont largement été marquées par la présence de défauts dans les modèles 3D fournis. Cependant, lorsque le modèle 3D est fiable, comme sur le secteur « PR 27 » du RD 786 dans les Côtes d'Armor, les résultats sont cohérents avec ceux obtenus par le système opérationnel VISULINE. Ceci constitue une conclusion très encourageante à la phase d'expérimentation, d'autant que les possibilités offertes par les techniques de simulation, beaucoup plus souple, sont très variées.

S'ils sont encore loin d'une utilisabilité en routine opérationnelle, les outils actuellement développés peuvent néanmoins être mis en oeuvre de façon supervisée par un opérateur expert, qui contrôlera et corrigera les résultats obtenus. Pour ce faire, le développement d'une IHM dédiée est nécessaire. Le logiciel Qt-Ballad, développé au cours du Projet, pourrait fournir la base d'une telle interface.

### **3.2 - Action 3.2 : expérimentation avant/après intervention en carrefour**

#### **3.2.1 - Objectif**

L'objectif de cette action était de mettre en place une expérimentation avant/après installation d'un système d'information à l'usager sur une voie prioritaire, en amont d'un carrefour à mauvaise visibilité.

#### **3.2.2 - Résultats**

Le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Saint-Brieuc, le CG 22 et Vitec ont mis en place cette expérimentation, dont le protocole expérimentale a également été discuté avec le LCPC.

Le principe du système technique mis en place (Cf. tranche 2 du projet) est de réaliser un diagnostic en temps réel de la situation du carrefour, par analyse d'image, et de déclencher le cas échéant (sur la base de scénario prédéfinis) l'allumage d'un PMV en amont sur la voie prioritaire.

Le CG22 a fait procéder aux travaux préparatoires de génie civil avant la mise en place des équipements. Le CEA a réalisé le réglage des caméras de prise de vues. Vitec a fait l'acquisition des équipements électroniques et a participé à l'installation du système d'analyse de scènes routières, et réalisé l'intégration du logiciel d'analyse de scènes routières développé par le CEA. Lacroix-Trafic a fourni la baie informatique du système d'analyse de scènes routières et le panneau à message variable, et a assuré la mise en marche.

Après différents essais comparatifs (INRETS et LAUREPS) et des discussions avec le gestionnaire, décisionnaire en l'occurrence puisqu'il s'agit de son réseau, le choix a été fait d'afficher sur le PMV, lorsqu'il est déclenché, le message « carrefour dangereux » en continu et « attention » en clignotant.

La variable dépendante choisie est la vitesse au centre du carrefour, et on étudie dans cette expérimentation l'effet du système en comparant deux périodes de 15 jours au cours desquelles le système de diagnostic déclenche ou non l'allumage du PMV. La vitesse est évaluée d'après les caméras installées au carrefour, ce qui constitue un biais par rapport aux mesures des boucles, mais ce biais a été calculé lors d'une expérimentation préliminaire.

Comme il a été dit ci-dessus, les résultats de cette expérimentation seront disponibles ultérieurement, conformément à une décision du Comité Opérationnel de SARI, dans un livrable AJISE (L2,8,3 bis) dû à la DRI en novembre 2009.

### **3.3 - Action 3.3 : expérimentation avant/après intervention en ligne droite**

#### **3.3.1 - Objectif**

L'objectif de cette étude était de développer un outil de diagnostic ainsi qu'une méthodologie afin d'étudier l'impact des aménagements sur une route secondaire présentant un sommet de côte. L'hypothèse de travail était que des facteurs perceptifs contribuent à certains dysfonctionnements. Nous avons étudié le comportement des automobilistes de la manière la moins intrusive possible.

Une analyse des comportements observés sur le site expérimental en ligne droite (Marans, Maine et Loire) a été réalisée avant et après aménagement du site. Une analyse statistique a permis de décrire le comportement général des conducteurs sur l'ensemble de l'itinéraire et de réaliser une analyse par section. Il s'agissait de comparer les comportements observés, sur les différentes sections, en termes de trajectoires, avant et après installation d'un aménagement original et relativement *low cost*. Le choix de l'aménagement, résultat de deux études sur les simulateurs de conduite de l'INRETS et du LAMIH (Université de Valenciennes, partenaires du projet AJISE), consistait à poser du marquage VNTP (Visible de Nuit par Temps de Pluie) en marquage central, au niveau du haut de côte. L'observatoire des trajectoires permettait de mesurer, sur une zone d'environ 1 km, les vitesses et positions latérales des véhicules, grâce à des capteurs de trafic dans la chaussée.

#### **3.3.2 - Résultats**

Le Conseil Général du Maine et Loire a fait poser du marquage VNTP (Visible de Nuit par Temps de Pluie, utilisé ici comme marquage sonore) au centre de la voie sur le haut de côte, début 2009.

L'objectif de l'étude était d'analyser l'impact de l'aménagement des bandes sonores en axe d'un sommet de côte. Les trajectoires ont pu être comparées avant et après cet aménagement. Une comparaison des données météorologiques entre deux périodes de mesures a également été réalisée. Il a également été vérifié que les données issues des deux campagnes de mesure sont cohérentes entre elles dans les zones hors sommet de côte. L'analyse statistique des données a notamment permis de montrer que l'aménagement des bandes sonores a permis de décaler les véhicules de 8,5 centimètres en moyenne vers l'accotement, ce qui correspond à l'objectif visé, et reproduit par ailleurs la tendance observée sur simulateur de conduite. Ce décalage est du même ordre sous pluie, et persiste également de nuit, avec ou sans pluie.

Des travaux de génie civil ont eu lieu en mai 2009 pour installer des accotements revêtus. Cette date est trop tardive pour que l'analyse comparative puisse être intégrée aux résultats du Projet, mais montre une perspective intéressante au-delà du Projet VIZIR proprement dit.

### **3.4 - Action 3.4 : expérimentation avant/après intervention en virage**

#### **3.4.1 - Objectif**

Dans le cadre des tranches 1 et 2 du projet, Nexyad et Prosign ont proposé un système d'évaluation de la visibilité du marquage routier sur itinéraire, par analyse d'image. Le résultat (trois classes de visibilité) n'est pas corrélé aux méthodes photométriques, car il prend en compte des paramètres qui ne portent pas seulement sur le marquage mais également sur l'environnement proche du marquage dans les images.

Les virages présentent des difficultés spécifiques, du fait des masquages à la visibilité à 30m, dans certains cas. Ce sont ces problèmes qui ont été abordés ici.

### 3.4.2 - Résultats

Comme dans le cas des lignes droites, la réfection du marquage entraîne bien une augmentation des valeurs mesurées en virage en conditions de nuit par les deux indicateurs (VQS pour Visinex et  $R_L$  pour Ecodyn). La réfection du marquage entraîne également une augmentation des valeurs mesurées en conditions de jour par l'indicateur VQS (tandis que l'Ecodyn ne propose une valeur du contraste de jour qu'à titre indicatif, mais ne permet pas de le mesurer dans sa version actuelle).

L'état hydrique de la chaussée modifie les valeurs mesurées pour les marquages. Cette modification apparaît pour les VQS entre les deux acquisitions de jour. Elle n'est pas traduite par les relevés Ecodyn effectués sur route sèche. L'utilisation de marquage VNTP permet d'augmenter leur visibilité par temps de pluie ce que confirment les mesures Visinex.

On peut noter que le cas des virages présente une difficulté supplémentaire sur le marquage de rive. En effet, dans les cas des virages à droites avec un rayon de courbure serré, on peut parfois avoir une distance de visibilité de la rive inférieure à 30m (cela n'a pas été le cas sur les itinéraires testés). Ceci se traduirait par une perte ponctuelle de la mesure du VQS en rive. Cette difficulté peut être contournée comme avec les mesures de  $R_L$  avec Ecodyn en mesurant la visibilité à plus courte distance et en modélisant le passage à 30m.

## 3.5 - Action 4.1 : acceptabilité

### 3.5.1 - Objectif

Le contenu de cette action, qui couvrait à l'origine l'ensemble des questions d'acceptabilité, a été redéfini en fonction des missions confiées à AJISE dans le cadre de SARI. Le livrable de la tranche 3 s'est ainsi limité à évaluer l'acceptabilité économique des solutions retenues.

Toutefois, le modèle retenu par AJISE (Erdyn) concernant l'acceptabilité économique des systèmes testés est limité aux situations pour lesquelles l'hypothèse centrale porte sur la vitesse. Dans la mesure où ce modèle ne s'applique pas à la situation des hauts de côte, où l'objet de l'aménagement est de modifier la position latérale mais pas la vitesse, seule l'acceptabilité économique du système testé dans les Côtes d'Armor a été abordé.

Afin de réaliser cette analyse, le thème AJISE a notamment eu besoin de connaître les coûts liés de déploiement du système VIZIR. Dans le cadre du suivi de l'expérimentation du système VIZIR, le LRPC SB a donc recueilli les coûts induits par la mise en place des dispositifs bord de voie auprès du Conseil général des Côtes d'Armor, gestionnaire de la voie et le responsable du sous-groupe carrefour du projet VIZIR (VITEC Multimédia).

### 3.5.2 - Résultats

A partir de l'inventaire des matériels déployés dans le cadre de la réalisation des expérimentations en carrefour, leur coût et les frais induits par la mise en place de ces derniers ont été évalués. L'estimation du coût total d'installation et de fourniture des matériels utilisés dans le cadre de l'expérimentation VIZIR en carrefour est de l'ordre de 62 000 € (HT), ce qui est loin du *low cost* mais doit s'entendre dans le cadre de la réalisation d'un système prototype.

## 3.6 - Action 5.1 : animation du Projet

### 3.6.1 - Objectif

Animation du Projet.

### 3.6.2 - Résultats

Des difficultés ont été rencontrées dans la finalisation de certaines parties du Projet, qui a finalement pu être mené à bien dans toutes ses composantes, l'ensemble des livrables étant produits dans les délais correspondant au contrat (un avenant ayant accordé 6 mois de délai par rapport au contrat initial). Il faut cependant noter que les résultats de l'expérimentation sur Goudelin ne seront disponibles qu'en novembre 2009 dans un livrable AJISE, du fait des retards pris sur le terrain. Cette solution a été préférée à une nouvelle demande de report.

Concernant les différents aspects du Projet, on peut pointer certaines difficultés de management rencontrées au cours de ce Projet :

- Au cours des 3 ans ½ du Projet, le départ en mutation ou changement de fonctions de personnes clé (LREP, LRPC St Briec, CG 49, CEA), ainsi que des congés, ont fragilisé le suivi du Projet, certaines tâches se trouvant assurées par des personnes qui n'étaient pas impliquées dans le montage du Projet, et donc avec une perte de temps et d'énergie pour tout le monde.
- Des insuffisances lors du montage du Projet ont été révélées lors des travaux réalisées en collaboration entre Armines et le LRPC de Strasbourg sur le calcul de la distance de visibilité géométrique, à partir des données 3D issues de relevés réalisés par le véhicule instrumenté de l'Ecole des Mines. En effet, le rôle de chacun avait été mal spécifié ce qui a conduit à un conflit entre les parties, qui est résolu aujourd'hui.
- Une des originalités du Projet, qui est de travailler avec des collectivités, constitue une nouveauté pour la plupart des chercheurs impliqués, de même que pour les collectivités (les Côtes d'Armor sont ici une exception). Cela a conduit à certaines incompréhensions dans les attentes des uns et des autres.
- Même si les partenaires ont bien compris les raisons budgétaires de ce choix, le découpage du Projet en trois Tranches n'a rien apporté au Projet, sinon un surplus de bureaucratie, et des incertitudes sur l'horizon du Projet : par exemple, les tranches 2 et 3 n'ont été notifiées qu'un an après le début des travaux.
- Aux deux points précédents s'ajoute le fait que le financement du Projet par les DAC ne couvrait ni les dépenses des Conseils Généraux, ni le titre IX des CETE, ce qui augmentait la complexité et les sources d'incertitudes (les budgets de travaux des CG, par exemple, n'étaient acquis qu'au dernier moment).
- Des difficultés dans la commande et la réalisation des travaux dans le Maine et Loire ont conduit à un an de retard pour l'expérimentation concernée. De même, dans les Côtes d'Armor, le choix du site cumulé à des difficultés techniques de développement du dispositif ont conduit à un retard de l'ordre d'un an.
- Un problème technique rencontré lors du déploiement du système informatique sur le site retenu dans les Côtes d'Armor (le logiciel, opérationnel en laboratoire, ne l'était plus sur le terrain) est devenu un problème de management puisqu'à la fin de la Tranche 2, le CEA n'avait plus les ressources humaines nécessaires pour résoudre ce problème dans le cadre normal du Projet. Ce problème a été finalement résolu à l'amiable entre les parties, et le système est maintenant opérationnel sur site.
- Les incertitudes qui sont apparues pendant quelques mois sur la réalisation ou non de l'expérimentation à Goudelin (Côtes d'Armor) ont souligné une fragilité générale des Projets proposés dans SARI (et pas seulement dans VIZIR), qui est que l'essentiel repose sur les expérimentations qui ont lieu à la fin du Projet. De ce fait, les acteurs qui interviennent en début de Projet (développement d'outils et de méthodes) sont dépendants, pour la valorisation de leur travail, d'expérimentations qu'ils ne maîtrisent pas ou peu, ce qui peut

créer quelques frustrations. La contrepartie positive est que la valorisation des travaux de recherche dans une expérimentation de terrain est un « plus » qui est rarement atteint dans des recherches comparables, et qui était considéré dans SARI comme un objectif central.

- Le décalage temporel entre SARI et AJISE a conduit à des incompréhensions, et notamment à des décisions qui ont été prises dans le cadre de VIZIR sans avoir sollicité les membres du consortium AJISE. Cet état de fait, nuisible à la coopération, est le résultat d'une part de la pression temporelle interne au Projet VIZIR (qui n'avait, rappelons-le, aucune obligation contractuelle vis-à-vis d'AJISE). Elle est également due au fait que contrairement aux autres thèmes techniques, le Projet VIZIR avait intégré dans son consortium des spécialistes des Sciences Humaines (INRETS), ce qui est apparu comme contradictoire avec le rôle assigné ensuite à AJISE dans SARI. Toutefois, ces difficultés ont été contrebalancées par un apprentissage mutuel, et on peut considérer que la coopération SHS/SPI a finalement relativement bien fonctionné, ce qui est notoirement difficile (Cf. coopération entre AJISE, d'un côté, et RADARR et IRCAD, de l'autre). On pourrait faire, à l'issue du Projet, un bilan des conséquences positives et négatives d'avoir défini un Projet transversal comme AJISE, plutôt que d'avoir intégré ses objectifs dans chaque thème technique.

Il faut se féliciter que, naviguant au milieu de tous ces récifs, l'ensemble des actions programmées dans le Projet VIZIR aient pu être menées à bien. De même, le travail avec les Conseils Généraux, qui était au départ un challenge, a donné des résultats très intéressants, y compris de connaissance mutuelle, malgré les difficultés liées aux logiques internes différentes entre CG et laboratoires de recherche. Les résultats scientifiques sont également très satisfaisants, à la fois en termes de publications (notamment dans *Accident Analysis and Prevention* et *Transportation Research Record*) et en termes de produits valorisables (Cf. ci-dessous). A noter que l'arrivée de S. Bordel au LRPC St Briec début 2009, comme responsable du thème AJISE de SARI, a facilité la résolution des problèmes rencontrés lors de l'expérimentation sur Goudelin.

## 4 - PRODUITS

Des fiches de présentation des produits de ces recherche ont été définies, avec une charte graphique commune, à l'usage des clients potentiels, et dans un premier temps, à destination des membres du comité utilisateurs qui s'est mis en place courant 2008.



www.sari.lcp.fr

surveillance automatisée de « route » pour l'information des conducteurs et des gestionnaires  
thème VEIR de projets SARI financés par la DRAST et la DSCR de MEDAD

action concertée du PREDIT





VIZIR : Vision intelligente des Zones et Itinéraires à Risques  
Fiche produit : **distance de visibilité nocturne sur itinéraire**

Responsable : R. Brémond  
Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

**définition**

Le logiciel de calcul de la visibilité nocturne développé dans le cadre du projet VIZIR est un outil innovant d'aide au diagnostic du réseau routier. Utilisant des données photométriques de rétro-réflexion de la chaussée relevées par un véhicule instrumenté (Ecodyn, Cf. Fig. 1), il calcule en tout point d'un itinéraire une distance de visibilité nocturne. Le modèle de calcul s'inspire des modèles de vision utilisés en éclairage public pour calculer la distance à laquelle une cible virtuelle serait vue par un automobiliste sur le réseau inter-urbain, dans des conditions sans éclairage public. Cette distance de visibilité est conventionnelle (elle correspond à une cible de référence conventionnelle).

**usage**

Les gestionnaires publics ont des besoins de connaissance de leur réseau pour tous les aspects liés à la sécurité routière. Le calcul de la Distance de Visibilité sur Itinéraire (DVI) est un outil d'aide à la décision, permettant d'identifier, sur un réseau, les sections sur lesquelles des problèmes de visibilité nocturne sont susceptibles de survenir.

**limites de l'outil**

Le calcul de la visibilité nocturne qui est proposé fait un certain nombre d'hypothèses qui doivent être bien comprises de manière à ne pas sur-interpréter les résultats.

Le point le plus important est que la visibilité est calculée pour le réseau inter-urbain non éclairé. Pour une utilisation sur un itinéraire comprenant des zones urbaines ou des traverses d'agglomération, des adaptations seraient nécessaires (notamment en utilisant des mesures d'éclairement, comme le permet le système VECLAP).

**perspectives de diffusion**

Le module de calcul de la Distance de Visibilité sur Itinéraire (DVI) doit être qualifiée comme logiciel LCPC avant de pouvoir être diffusé à des gestionnaires de réseau routier (Conseils Généraux, CETE, villes, etc.). Cette procédure ne sera mise en place que si une expression d'intérêt se dégage de la part de gestionnaires.

**contact**

Roland Brémond -- bremond@lcp.fr



Sharing research across networks

**Schéma de principe**

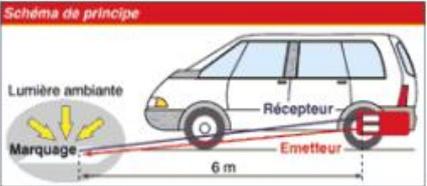


Figure 1 : Mesure de la rétro-réflexion de la chaussée sur l'itinéraire routier: véhicule Ecodyn (mlpc)

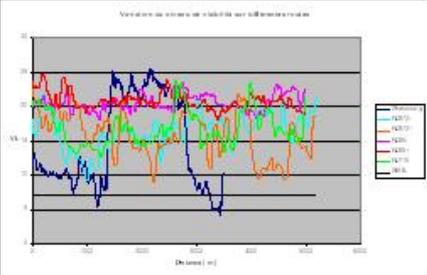


Figure 2 : Mesures du niveau de visibilité sur différents itinéraires routiers, à l'aide du logiciel de calcul.  
Le seuil standard VLE est indiqué par une ligne horizontale.

Figure 1 : exemple de fiche produit issue du projet VIZIR.

Ces documents ne sont pas à ce jour complètement aboutis, et la date visée pour une rédaction définitive est le séminaire de clôture du Projet SARI, prévu en mai 2010.

On présente ci-dessous les principaux Produits du Projets, au sens de produits valorisables et déployables : logiciels, méthodes et outils.

#### 4.1 - Véhicule de mesure du relevé 3D de la route

Porteur : Armines

*Nature du produit* : Véhicule instrumenté LARA 3D

*Objet* : Acquisition à grand rendement du profil 3D des itinéraires routiers.

*Etat présent* : Prototype.

*Application* : Contribution au diagnostic d'itinéraires. Données de terrain nécessaires au calcul de la distance de visibilité géométrique par la méthode 3D.

*Perspectives de valorisation* : Ce Projet a permis de démontrer l'intérêt de l'approche utilisant des modèles 3D du type de ceux produits par LARA-3D. Toutefois, pour une commercialisation, le prototype et les algorithmes de traitement des données demandent à être améliorés dans le sens d'une plus grande robustesse et fiabilité. Ce travail se poursuit dans le cadre du projet PREDIT DIVAS.

#### 4.2 - Véhicule de mesure du relevé de la route en images stéréo

Porteur : LRPC Strasbourg

*Nature du produit* : Véhicule instrumenté Kangoo-stereo

*Objet* : Acquisition à grand rendement de paires stéréo d'images routières.

*Etat présent* : Prototype.

*Application* : Contribution au diagnostic d'itinéraires. Données de terrain nécessaires au calcul de la distance de visibilité géométrique par analyse d'images.

*Perspectives de valorisation* : Cette application n'est pas mûre à ce stade, du fait des limites de la méthode d'analyse d'images utilisée. Toutefois un prototype IRCAN stéréo construit par le CECP est en cours de test dans l'ERA 27 et au LRPC d'Angers. Son développement bénéficie largement des travaux effectués sur le Kangoo.

#### 4.3 - Véhicule de mesure de la photométrie des chaussées

Porteur : LRPC Strasbourg

*Nature du produit* : Véhicule instrumenté Ecodyn

*Objet* : Acquisition à grand rendement de mesures photométriques de rétro-réflexion de la chaussée.

*Etat présent* : **mlpc** pour la mesure de rétro-réflexion du marquage.

*Application* : Contribution au diagnostic d'itinéraires. Données de terrain nécessaires au calcul de la distance de visibilité nocturne.

*Perspectives de valorisation* : Envisager des discussions avec les prestataires utilisant actuellement Ecodyn, pour éventuellement ajouter cette prestation à leur catalogue. Par ailleurs, des travaux sont en cours pour mesurer de manière quantitative le contraste de jour.

#### 4.4 - Capteurs de trafic dans la chaussée : vitesse + position latérale

Porteur : ESEO

*Nature du produit* : Deux capteur de trafic.

*Objet* : Mesure de vitesse et position latérale des véhicules du trafic.

*Etat présent* : Un brevet déposé par l'ESEO, intitulé « DISPOSITIF DE DETECTION DE LA POSITION D'UN OBJET DANS UNE ZONE ET SYSTEME DE DETERMINATION DE LA POSITION D'UN OBJET DANS UNE ZONE QUI UTILISE UN OU PLUSIEURS DE TELS DISPOSITIFS DE DETECTION ». Brevet n° FR2922352 (A1), 17 avril 2009.

*Application* : Observatoire de trajectoires non intrusif.

*Perspectives de valorisation* : Un dossier de maturation de projets innovants en Anjou AAP de la Technopole d'Angers a été monté, avec financement Oséo pour finaliser le capteur résistif. A ce stade le dossier n'est pas retenu.

#### 4.5 - Logiciel de calcul de la distance de visibilité nocturne

Porteur : LEPSIS

*Nature du produit* : Logiciel de calcul

*Objet* : Calcul de la distance de visibilité nocturne à partir de relevés de mesure photométriques sur itinéraire.

*Etat présent* : Maquette de calcul.

*Application* : Diagnostic d'itinéraire routier (visibilité nocturne).

*Perspectives de valorisation* : Identifier des prestataires intéressés. Il faudra sans doute, pour cela, mieux intégrer l'offre dans les méthodes de travail des gestionnaires.

#### 4.6 - Logiciel de calcul de la distance de visibilité géométrique (relevé 3D)

Porteur : LRPC Strasbourg

*Nature du produit* : Logiciel de calcul (Qt-Ballad)

*Objet* : Calcul de la distance de visibilité à partir de relevés 3D de la route.

*Etat présent* : Maquette de calcul.

*Application* : Diagnostic d'itinéraire routier (visibilité géométrique).

*Perspectives de valorisation* : Trouver un prestataire industriel pour les prestations aux gestionnaires, mais d'abord informatique pour l'industrialisation du Produit, et si possible la fusion de différents indicateurs de risque routier dans un SIG (visibilité géométrique, nocturne, visibilité du marquage, etc.).

#### 4.7 - Logiciel de calcul de la visibilité du marquage routier

Porteur : Nexyad

*Nature du produit* : Logiciel de calcul par analyse d'images (Visinex)

*Objet* : Calcul de la visibilité du marquage routier à partir d'images routières relevées sur itinéraire.

*Etat présent* : Produit commercial développé pour d'autres applications.

*Application* : Diagnostic d'itinéraire routier (visibilité du marquage).

*Perspectives de valorisation* : Dans le cadre du projet SURVIE, de l'appel à projet FUI7, Utilisation du logiciel sur banc fixe et embarqué pour comparer les technologies de restauration de la visibilité (véhicule et infrastructure). En perspectives de recherche et développement, améliorer la rapidité de la méthode de calibrage. Enfin, prise de contact directe avec les acteurs du diagnostic des infrastructures (Sociétés de diagnostic, Conseils généraux) pour une intégration et un déploiement de l'outil à grande échelle.

#### **4.8 - Observatoire des trajectoires non intrusif**

*Porteur* : LRPC Angers et ESEO

*Nature du produit* : observatoire des trajectoires routières

*Objet* : mesure des trajectoires routières sur site étendu (position latérale et vitesse).

*Etat présent* : concept validé sur un site du Maine et Loire.

*Application* : Connaissance des comportements sur le réseau inter-urbain.

*Perspectives de valorisation* : envisager un article du BLPC, et des actions de communication vers les acteurs du diagnostic routier (notamment CETE) et les gestionnaires routiers.

#### **4.9 - Observatoire de carrefour « portable »**

*Porteur* : Vitec, CEA

*Nature du produit* : Système d'observation des comportements des usagers en carrefour

*Objet* : observation des comportements par caméra et traitement d'image.

*Etat présent* : concept intégré à un système d'alerte, déployé sur un site des Côtes d'Armor.

*Application* : Observatoire de comportements en carrefour.

*Perspectives de valorisation* : L'industriel pressenti (Vitec MM) réfléchit au développement en interne de cet outil de diagnostic. Le marché auprès des collectivités et des CETE doit être évalué préalablement.

#### **4.10 - Système d'alerte en carrefour à mauvaise visibilité**

*Porteur* : Lacroix Trafic, Vitec, CEA

*Nature du produit* : système d'information à l'utilisateur

*Objet* : PMV informant l'utilisateur sur la voie prioritaire d'un risque potentiel sur un carrefour à mauvaise visibilité.

*Etat présent* : concept validé sur un site des Côtes d'Armor.

*Application* : Système d'information à l'utilisateur visant à améliorer la sécurité des carrefours ruraux.

*Perspectives de valorisation* : Dépend des résultats de l'expérimentation (prévus en novembre 2009). La question du déploiement d'une telle solution est toutefois contrainte par son coût économique. En cas de déploiement, l'industriel pressenti (Vitec MM) mènera une étude d'industrialisation dans l'objectif de mettre au point un capteur de vision intégré et autonome permettant de réduire de manière importante le coût d'acquisition et d'installation de ce type de solution.

#### **4.11 - Méthodologie d'étude d'un aménagement routier sur simulateur de conduite**

Porteur : LEPSIS

Nature du produit : méthodologie

*Objet* : comparaison d'aménagement routiers par simulation de conduite.

*Etat présent* : méthode validée pour l'étude de la position latérale en ligne droite, par comparaison entre comportement réel et simulé sur deux simulateurs.

*Application* : Pré-évaluation d'aménagements routiers.

*Perspectives de valorisation* : Collaboration entre le LEPSIS (Unité Mixte de Recherche entre l'INRETS et le LCPC qui a succédé à INRETS/MSIS) et le LAMIH (Université de Valenciennes) afin de formaliser une méthodologie plus générale sur le bon usage des simulateurs de conduite, pour l'évaluation d'aménagements routiers.

## 5 - BREVETS

Un brevet a été déposé durant le projet :

« DISPOSITIF DE DETECTION DE LA POSITION D'UN OBJET DANS UNE ZONE ET SYSTEME DE DETERMINATION DE LA POSITION D'UN OBJET DANS UNE ZONE QUI UTILISE UN OU PLUSIEURS DE TELS DISPOSITIFS DE DETECTION. »

**N° de brevet:** FR2922352 (A1)

**Date de pub:** 2009-04-17

**Inventeur(s):** PLAINCHAULT PATRICK; AUBIN SEBASTIEN

**Demandeur(s):** ESEO [FR]

**Classification internationale:** H01B7/10; G08G1/01; H01B7/10; G08G1/01

**N° de demande:** FR20070007217 20071015

## 6 - PUBLICATIONS

### 6.1 - Articles de revues

#### 6.1.1 - Articles publiés

- [1] F. Goulette, F. Nashashibi, I. Abuhadrous, S. Ammoun, C. Laugeau. *An Integrated On-Board Laser Range Sensing System for On-The-Way City and Road Modelling*. Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection (RFPT), no. 185 (2007-1), Numéro thématique « Applications terrestres : cartographie mobile, navigation, navigation autonome ».
- [2] F. Rosey, J.-M. Auberlet, J. Bertrand et P. Plainchault P. (2008). *Impact of perceptual treatments on lateral control during driving on crest vertical curves: a driving simulator study*. Accident Analysis and Prevention. Vol 40 (2008), pp 1513-1523.
- [3] F. Rosey, J.-M. Auberlet, O. Moisan et G. Dupré (2009). *Impact of Narrower Lane Width: Comparison Between Fixed-Base Simulator and Real Data*. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C. (à paraître)

#### 6.1.2 - Articles soumis

- [4] J.-M. Auberlet, M.-P. Pacaux, F. Anceaux, P. Plainchault et F. Rosey. *The Impact of Perceptual Treatments on Lateral Control: A Study Using Fixed-Base and Motion-Base Driving Simulators*. Soumis à Accident Analysis and Prevention.

### 6.2 - Conférences

#### 6.2.1 - 2006

- [5] S. Aubin, P. Plainchault, S.-S. Ieng, J.-M. Auberlet, *Sensor technologies to follow vehicles for ITS*, ITST 2006, 6th International Conference on ITS Telecommunications, Chengdu (Chine), 21-23 juin 2006
- [6] J.-P. Tarel and S. Boughorbel, *Object Pre-detection Based on Kernel Parametric Distribution Fitting*, Proceedings of International Conference on Pattern Recognition (ICPR'06), August 20-24, Hong Kong, China, 2006.
- [7] S. Aubin, P. Plainchault, T. Bosch, *Fiber Bragg gratings to observe displacement/positioning*, 5th Topical Meeting on Optoelectronic Distance/Displacement Measurements and Applications (ODIMAP), Madrid (Espagne), 02-04 octobre 2006.
- [8] J.-P. Tarel, P. Charbonnier et S.-S. Ieng, *Ajustement robuste et simultané de plusieurs courbes et applications au suivi de marquages routiers*, Actes des Journées des Sciences de l'Ingénieur 2006, Marne la Vallée (France), 5-6 décembre 2006.
- [9] X. Brun, F. Goulette, P. Charbonnier, C. Bertoincini, S. Blaes, *Modélisation 3D de routes par télémétrie laser embarquée pour la mesure de distance de visibilité*, Actes des Journées des Sciences de l'Ingénieur 2006, Marne la Vallée (France), 5-6 décembre 2006.

#### 6.2.2 - 2007

- [10] M.-L. Gallenne, Y. Goyat, M. T. Do, R. Brémond, K. Botrel, A. Somat, *SARI : comment informer plus efficacement les conducteurs d'un risque de perte de contrôle de leur véhicule*, actes du congrès ATEC-ITS France 2007, Issy les Moulineaux, 30-31 janvier 2007.

- [11] S.-S. Ieng, J.-P. Tarel et P. Charbonnier, *Modeling Non-Gaussian Noise for Robust Image Analysis*, in Proceedings of International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP'07), pages 183-190, 8-11 Mars 2007, Barcelona, Spain.
- [12] J.-P. Tarel, P. Charbonnier et S.-S. Ieng, *Simultaneous Robust Fitting of Multiple Curves*, in Proceedings of International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP'07), pages 175-182, 8-11 Mars 2007, Barcelona, Spain.
- [13] R. Brémond, H. Choukour, Y. Guillard, E. Dumont, *A night-time road visibility index for the diagnosis of rural road networks*, actes de la XXVIe session de la Commission Internationale de l'Eclairage, Pékin (Chine), 4-11 juillet 2007.
- [14] J.-P. Tarel, S.-S. Ieng et P. Charbonnier, *Accurate and Robust Image Alignment for Road Profil Reconstruction*, in Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing (ICIP'07), pages 365-368, volume V, 16-19 September 2007, San Antonio, Texas, USA.
- [15] E. Bigorgne et J.-P. Tarel, *Backward Segmentation and Region Fitting for Geometrical Visibility Range Estimation*, in Proceedings of Asian Conference on Computer Vision (ACCV'07), Tokyo, Japan, Volume II, pages 817-826, 18-22 Novembre 2007.

### 6.2.3 - 2008

- [16] S. Aubin, S.-S. Ieng, P. Plainchault, J.-M. Auberlet, T. Bosch, *Capteurs coopératifs pour un observatoire de trajectoires*, CIFA 2008, Conférence Internationale Francophone d'Automatique, 5-8 Septembre 2008 Bucarest, Roumanie.
- [17] T. Veit, J.-P. Tarel, P. Nicolle et P. Charbonnier, *Evaluation of Road Marking Feature Extraction*, in Proceedings of 11th IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC'08), pages 174-181, October 12-15, Beijing, China, 2008.
- [18] E. Dumont, R. Brémond, N. Hautière. *Night-time visibility as a function of headlamps beam pattern and pavement reflexion properties*. Congrès VISION 2008, Rouen, octobre 2008.
- [19] M.-L. Gallenne, Y. Goyat, M.-T. Do, R. Brémond, K. Botrel, P. Fournier. *SARI: automatic road condition monitoring to provide information to drivers and road managers. Tools for diagnosis*. ITS World 2008, New York (USA). Novembre 2008.

### 6.2.4 - 2009

- [20] Tarel J.P. and Bigorgne E., *Long-Range Road Detection for Off-line Scene Analysis*, actes de la conférence IEEE Intelligent Vehicles, juin 2009.
- [21] Brémond R., Christianson K. B., Dumont E. and Greenhouse D.S., *Methods to monitor nighttime visibility and headlight glare on the road*, 19th biennial TRB Visibility Symposium 2009.
- [22] F. Rosey, J.-M. Auberlet, O. Moisan and G. Dupré. *Impact of Narrower Lane Width: Comparison Between Fixed-Base Simulator and Real Data*. Proceedings of the 88th Transportation Research Board annual meeting, Washington D.C., États-Unis
- [23] J.-M. Auberlet, M.-P. Pacaux, F. Anceaux, P. Plainchault et F. Rosey. *The Impact of Perceptual Treatments on Lateral Control: A Study Using Fixed-Base and Motion-Base Driving Simulators*. Proceedings of the 88th Transportation Research Board annual meeting, Washington D.C., États-Unis.

## 6.3 - Projets de publication

- [24] LCPC, Université de Berkeley (USA): soumission à Transport Research Arena 2010, *On the Diagnostic of Road Pathway Visibility*.

[25]ESEO, LRPC Angers : projet de soumission au colloque interdisciplinaire en instrumentation C2I 2010.

#### **6.4 - Thèses**

Xavier Brun. *Modélisation 3D texturée en temps réel d'environnements urbains et routiers et application au calcul de distance de visibilité routière*. Thèse de doctorat, Ecole des Mines de Paris, 7 décembre 2007.

## 7 - CONCLUSION

Le Projet VIZIR présentait, au départ, deux grandes originalités.

- D'une part, l'organisation de l'action concertée SARI du PREDIT proposait aux chercheurs de s'organiser en plusieurs consortiums indépendants sur le plan scientifique et contractuel, avec toutefois des instances communes (comité de pilotage, comité opérationnel, comité scientifique, club utilisateurs, etc.) et un thème transversal (AJISE).
- D'autre part, le fait d'inclure dès l'origine des gestionnaires routiers dans les consortium de recherche pour les associer en amont aux expérimentations menées sur leurs réseaux représente une innovation, et une découverte mutuelle tant pour les chercheurs que pour les gestionnaires.

Ces options ont conduit à la fois à des difficultés, prévisibles, d'organisation et de mélange de cultures différentes. Mais elles ont également constitué une richesse, à la fois pour les participants et pour les produits de la recherche. En particulier (mais cela dépasse le thème VIZIR de SARI), on peut estimer que la collaboration entre SPI (Sciences Pour l'Ingénieur) et SHS (Sciences Humaines et Sociales), donc entre les thèmes techniques et AJISE, difficile au début (y compris du fait de contraintes bureaucratiques et contractuelles), ont évolué au cours des années, permettant d'aboutir à des résultats plus pertinents que ceux qui auraient été obtenus par une approche uniquement « ingénieur » ou uniquement « sciences humaines ». De même, malgré les difficultés de terrain, le fait d'avoir testé des systèmes en grandeur nature sur un réseau départemental crédibilise clairement les dispositifs techniques proposés dans le Projet, et le fait d'inclure des gestionnaires dans la boucle a permis que ces dispositifs correspondent à des demandes ou des besoins réels, ce qui aurait été plus difficile à des chercheurs isolés ou même à des industriels.

Les principaux résultats peuvent être décrits à partir des Produits, brevets et publications tels qu'ils sont énumérés en section 4, 5 et 6. Mais cela ne donne qu'une idée partielle de la dynamique du Projet, des fausses pistes et des bonnes surprises qui sont apparues, comme il est normal, sur un projet comportant de nombreux aspects. On retiendra notamment, ici, les points suivants :

- L'approche « images stéréo » qui a été retenue dans le Projet pour la mesure de visibilité géométrique semble moins prometteuse que l'approche 3D. Ce résultat est à première vue négatif, mais il contient également une perspective intéressante, qui est de poursuivre ces travaux pour rechercher une méthode *low cost*, pour reconstruire les itinéraires en 3D à partir des images stéréo plutôt que de chercher à les segmenter.
- L'approche proposée pour la visibilité du marquage, comme l'approche proposée pour la visibilité nocturne, se sont heurtées à des difficultés pour trouver les référentiels adéquats, permettant de les évaluer. Pour l'éclairage nocturne, des seuils standard en éclairage publics ont été utilisés, et dans le cas du marquage, la comparaison avec les mesures de référence (Ecodyn) n'a donné qu'une faible corrélation, notamment parce que les deux systèmes ne mesurent pas la même chose. Une réflexion est nécessaire, dans les deux cas, pour valoriser les résultats par rapport aux besoins des gestionnaires.
- Le développement d'un système d'information aux usagers en carrefour a pris beaucoup de retard, pour des raisons variées qui se sont accumulées, et qui font que le système n'est pas complètement validé au moment de la clôture du Projet (Cf. action 3.2). Toutefois, les travaux réalisés ont en même temps suscité une réflexion, notamment au niveau du Comité de Pilotage, faisant émerger un besoin qui n'avait pas été identifié à l'origine du Projet. Il s'agit d'un sous-produit, le système de détection d'incident par caméra en carrefour, qui semble pouvoir correspondre à un besoin de connaissance du fonctionnement des carrefours.

De plus, ce système semble pouvoir se déployer de manière assez simple, avec un coût limité (l'essentiel du coût du dispositif complet porte sur le PMV).

- Les expérimentations sur le site de Marans, dans le Maine et Loire, ont abouti à un résultat très intéressant pour l'avenir, qui est la validation (non prévue dans le cadre du Projet) de simulateurs de conduite pour des études d'aménagement routier (certes dans un cas particulier). Ce résultat, obtenu indépendamment par deux simulateurs de conduite (INRETS et LAMIH) est également intéressant dans le contexte de la création récente (2009) d'une Unité Mixte de Recherche INRETS-LCPC, le LEPSIS, qui travaille à la fois sur les facteurs perceptifs dans le déplacement et sur les usages des simulateurs de conduite.
- Le résultat principal de cette expérimentation à Marans est de valider l'usage des VNTP en marquage central, comme aménagement visuel permettant de modifier la position latéral des usagers en haut de côte.

Un projet est également l'occasion de créer des liens entre des partenaires, permettant notamment d'instaurer des relations de confiance en vue de collaborations futures. Cet aspect a notamment concerné les collaborations Nexyad-Prosign, CG 22-LRPC St Briec-Vitec, ESEO-LRPC Angers-INRETS, INRETS-LAMIH, LCPC-CG 91, LCPC-LRPC Strasbourg-Armines, CEA/Vitec, avec un bilan mitigé toutefois dans certains cas.