

Rapport final

Développement d'un système pour la localisation précise des accidents routiers

Préparé pour le

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC
Projet 5.2.0 R 489.1



Coopératif de recherche en sécurité routière de l'Université de Sherbrooke

Département de Géographie et Télédétection
Université de Sherbrooke
Avril 2005

Pour toute autre information supplémentaire concernant cette recherche, contacter :

Denis Morin

2500 boul. de l'Université
Sherbrooke (Québec)
J1K2K1

Téléphone : (819) 821-8000 p2194

Télécopieur : (819)821-7974

denis.morin@usherbrooke.ca

Marcel Pouliot

2500 boul. de l'Université
Sherbrooke (Québec)
J1K2K1

Téléphone : (819) 821-8000 p2195

Télécopieur : (819)821-7974

marcel.pouliot@usherbrooke.ca

Avant-propos

Les membres du Coopératif de recherche en sécurité routière de l'Université de l'Université de Sherbrooke qui ont réalisé ce rapport final sont :

Denis Morin, Professeur, Chercheur principal
Département de géographie et de télédétection
Université de Sherbrooke

Marcel Pouliot, Professeur, Chercheur
Département de géographie et de télédétection
Université de Sherbrooke

Sébastien Labonté, Géographe
Département de géographie et de télédétection
Université de Sherbrooke

Avec la participation de :

Jean-François Bruneau, Géographe
Département de géographie et de télédétection
Université de Sherbrooke

Marcel Beaudoin, ARPSE
Service des inventaires et du Plan
Ministère des Transports du Québec

Remerciements

Nous remercions en premier lieu le ministère des Transports (MTQ) pour nous avoir accordé la chance de réaliser ce projet (5.2.0 R 489.1).

De plus, nous remercions au MTQ, M. Marcel Beaudoin, ARPSE, initiateur du projet pour ses nombreux conseils, M. Raynald Sirois pour son temps alloué à la géomatique, Mme Anna Vizioli et Mme Suzanne Desjardins qui nous ont soutenus lors de l'utilisation du Diagnostic de sécurité routière.

Nous souhaitons également remercier la Régie intermunicipale de police Roussillon pour son implication dans le projet. Sans l'appui de ses membres, la recherche aurait été impossible. À cet effet, nous remercions M. Jacques Poiré, directeur, pour avoir accepté de collaborer à ce projet, M. Pierre Morin, inspecteur à la surveillance du territoire, pour son dévouement à ce projet, M. Pierre Themens, préposé au soutien technique, pour le transfert des données et aux cinq patrouilleurs qui ont effectué la collecte de données terrain : Normand Vinet, Marcel Bazinet, Michel Lebel, François Jackson et Stéphane Grenier.

Table des matières

1. INTRODUCTION.....	2
2. REVUE DE LITTÉRATURE	2
2.1. POINTS À RETENIR SUR LA REVUE DE LITTÉRATURE	2
3. DESCRIPTION DU PROJET DE RECHERCHE	3
3.1. PROBLÉMATIQUE.....	3
3.1.1. <i>Localisation à partir du rapport d'accident.....</i>	3
3.1.2. <i>Traitement des données.....</i>	5
3.1.2.1. Cheminement des données au Québec	5
3.1.2.2. Diagnostic de sécurité routière	5
3.1.3. <i>Analyse des données</i>	6
3.1.4. <i>Solution envisagée</i>	6
3.2. OBJECTIFS DE LA DÉMARCHE	8
3.2.1. <i>Objectifs généraux.....</i>	8
3.2.2. <i>Objectifs spécifiques.....</i>	8
3.3. SITE À L'ÉTUDE.....	9
3.4. DESCRIPTION DE LA RIPR	9
4. MÉTHODOLOGIE DE LA PRÉSENTE RECHERCHE.....	10
4.1. CHOIX DES ÉQUIPEMENTS.....	11
4.1.1. <i>Système d'information géographique (SIG)</i>	11
4.1.2. <i>GPS.....</i>	11
4.2. FORMATION.....	11
4.3. COLLECTE DE DONNÉES	12
4.3.1. <i>Processus méthodologique de la collecte</i>	12
4.3.2. <i>Transfert des données.....</i>	12
4.3.3. <i>Échantillon.....</i>	13
4.4. VALIDATION ET MISE À JOUR DE LA BASE CARTOGRAPHIQUE.....	13
4.5. CONCEPTION DES BASES DE DONNÉES.....	13
4.5.1. <i>Base de données de tous les points GPS saisis.....</i>	14
4.5.1.1 Bases de données avec points GPS réseau local et provincial	14
4.5.2. <i>Base de données relative à la localisation manuelle du DSR</i>	14
4.5.3. <i>Base de données relative à la localisation automatique du DSR.....</i>	14
4.6. CRÉATION D'UN SIG (REPRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUE).....	14
4.7. RÉSUMÉ DE LA MÉTHODOLOGIE UTILISÉE POUR L'ENSEMBLE DE LA COLLECTE DES DONNÉES	15
4.8. COMPARAISON DES MÉTHODES ET ANALYSE DES DONNÉES.....	15
5. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS	17
5.1. COMPARAISON DE LA PRÉCISION ET DE L'EXACTITUDE POUR LE RÉSEAU LOCAL	17
4.2. COMPARAISON DE LA PRÉCISION ET DE L'EXACTITUDE POUR LE RÉSEAU PROVINCIAL	20
4.2.1. <i>GPS versus localisation manuelle.....</i>	22
4.2.2. <i>GPS versus localisation automatique.....</i>	26
4.2.3. <i>Localisation manuelle versus localisation automatique.....</i>	28
4.3. COMPARAISON DU TEMPS DE SAISIE TERRAIN	31
4.4. COMPARAISON DU TEMPS DE TRAITEMENT DES DONNÉES	31
4.5. CONVIVIALITÉ DE L'UTILISATION DU GPS.	32
5. IMPACT DE L'UTILISATION DU GPS	33

5.1. GPS VERSUS MÉTHODE PAR TRANCHES D'ADRESSES	33
5.2. GPS VERSUS MÉTHODE PAR POINT DE REPÈRE (MANUELLE ET AUTOMATIQUE)	34
5.3. L'APPORT D'UNE PLUS GRANDE PRÉCISION	36
5.4. COÛTS SOMMAIRES DE L'IMPLANTATION DE LA GÉOMATIQUE POUR LA RIPR	36
6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	37
6.1. CONCLUSIONS.....	37
6.2. RECOMMANDATIONS.....	39
6.2.1. <i>Partenariat entre le DTOM et à la RIPR</i>	39
6.2.2. <i>À la DTOM</i>	40
6.2.3. <i>À la RIPR</i>	40
6.2.4.1 Technologies à utiliser	41
6.2.5. <i>Développement éventuel d'un système de localisation avec GPS (RIPR, SAAQ et MTQ)</i>	41
7. RÉFÉRENCES.....	43
ANNEXE A – REVUE DE LA LITTÉRATURE.....	48
ANNEXE B – DESCRIPTION TECHNIQUE DU GARMIN® GPS 76.....	67
ANNEXE C - QUESTIONNAIRES DE MI-PROJET ET DE FIN DE PROJET	70
ANNEXE D - BASE DE DONNÉES COMPLÈTE DU PROJET	74

Liste des figures

FIGURE 1 - CHEMINEMENT DES DONNÉES D'ACCIDENTS AU QUÉBEC	5
FIGURE 2 - CHEMINEMENT POSSIBLE DES DONNÉES GPS POUR LA LOCALISATION DES ACCIDENTS	7
FIGURE 3 - LOCALISATION DU SITE À L'ÉTUDE : TERRITOIRE DE LA RÉGIE INTERMUNICIPALE DE POLICE ROUSSILLON	9
FIGURE 4 - ORGANIGRAMME MÉTHODOLOGIQUE DU PROJET	10
FIGURE 5 - COMPARAISON DE LA LOCALISATION ENTRE LA MÉTHODE GPS ET PAR TRANCHES D'ADRESSES CIVIQUES (CHEMIN ST-FRANÇOIS-XAVIER).....	18
FIGURE 6 - COMPARAISON DE LA LOCALISATION ENTRE LA MÉTHODE GPS ET PAR TRANCHES D'ADRESSES CIVIQUES (ST-LAURENT/ÉCLUSES).....	19
FIGURE 7 – TENDANCES DES ERREURS ET DES IMPRÉCISIONS COMMISES LORS DE LA RÉDACTION DES RAPPORTS D'ACCIDENTS.....	22
FIGURE 8 - COMPARAISON DE LA LOCALISATION ENTRE LA MÉTHODE GPS ET DSR MANUELLE (ROUTE 132/BRÉBEUF)	24
FIGURE 9 - COMPARAISON DE LA LOCALISATION ENTRE LA MÉTHODE GPS ET DSR MANUELLE (ROUTE 132/AUTOROUTE 30)	25
FIGURE 10 - COMPARAISON DE LA LOCALISATION ENTRE LA MÉTHODE GPS ET DSR AUTOMATIQUE (ROUTE 132/GEORGES-GAGNÉ)	27
FIGURE 11 - COMPARAISON DE LA LOCALISATION ENTRE LA MÉTHODE GPS ET TRADITIONNELLE (MANUELLE ET AUTOMATIQUE)	29
FIGURE 12 - COMPARAISON DE LA LOCALISATION ENTRE LA MÉTHODE GPS ET TRADITIONNELLE (MANUELLE ET AUTOMATIQUE)	30
FIGURE 13 - LOCALISATION PAR TRANCHES ADRESSES CIVIQUES ET PAR GPS CHEMIN ST-FRANÇOIS- XAVIER	33
FIGURE 14 - LOCALISATION PAR DSR ET PAR GPS INTERSECTION ROUTE 132 ET CHEMIN ST- FRANÇOIS-XAVIER	35
FIGURE 15 - AVENUES À DÉVELOPPER POUR L'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DES DONNÉES D'ACCIDENTS.....	38
FIGURE 16 - EXEMPLE D'UN MODÈLE NODE/LINK	50
FIGURE 17 - CYCLE DE VIE POUR LA COLLECTE ET L'ANALYSE DES DONNÉES AVEC LE TRACS.....	56
FIGURE 18 - REPRÉSENTATION DES ZONES ACCIDENTOGÈNES AVEC LE SYSTÈME ROUTE-MILEPOST	63
FIGURE 19 - EXEMPLE DE PRÉCISION QUE PEUT APPORTER LE GPS	65
FIGURE 20 - GARMIN® GPS 76 (WWW.GARMIN.COM).....	69

Liste des tableaux

TABLEAU 1 - PRÉCISION DU GARMIN® GPS 76 (172 815 OBSERVATIONS)	11
TABLEAU 2 - ERREURS ET IMPRÉCISIONS COMMISES LORS DE LA RÉDACTION DU RAPPORT D'ACCIDENT	20
TABLEAU 3 - DISTANCES ENTRE LA LOCALISATION GPS ET DSR MANUELLE (STATIONNEMENT EXCLU)	23
TABLEAU 4 - DISTANCE ENTRE LA LOCALISATION GPS ET DSR AUTOMATIQUE (STATIONNEMENT EXCLU)	26
TABLEAU 5 - ERREURS OU IMPRÉCISIONS PERÇUES LORS DE LA LOCALISATION AUTOMATIQUE.....	28
TABLEAU 6 - DIFFÉRENCE ENTRE LA MOYENNE ET LA MÉDIANE POUR LA LOCALISATION MANUELLE ET AUTOMATIQUE VERSUS GPS.....	28
TABLEAU 7 - MOYENNE DU TEMPS PRIS AFIN DE LOCALISER UN ACCIDENT	31
TABLEAU 8 - DEGRÉ DE FACILITÉ D'UTILISATION DU GPS	32
TABLEAU 9 - ESTIMATION DES COÛTS POUR L'IMPLANTATION DE LA GÉOMATIQUE À LA RIPR.....	36
TABLEAU 10 - MOYENNE DES DISTANCES ENTRE LES TROIS POINTS DE LOCALISATION	61
TABLEAU 11 - TEMPS NÉCESSAIRE AFIN DE LOCALISER ET DE MESURER LES ACCIDENTS AVEC LA MÉTHODE CONVENTIONNELLE ET AVEC LA MÉTHODE DES GPS	61
TABLEAU 12 - CARACTÉRISTIQUES DES GPS ÉVALUÉS.....	64
TABLEAU 13 - PRÉCISION DES GPS ÉVALUÉS VERSUS LES COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES	65

Résumé

Au Québec, la localisation des accidents repose sur des points de repère identifiables le long de la route et aux intersections. Sur les lieux de l'accident, le policier note ces repères sur le rapport d'accident. La Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) informatise le rapport papier et l'information est acheminée au ministère des Transports du Québec (MTQ), qui impute aux accidents une localisation RTSC (Route-Tronçon-Section-Chaînage). La localisation des accidents par repères visuels est une méthode qui demande beaucoup de temps avant d'obtenir une localisation finale dans un système cartographique. De plus, cette façon de faire ne permet pas toujours d'établir une localisation précise, et elle engendre beaucoup d'erreurs, et certaines erreurs sont parfois très importantes. Dans l'optique d'une amélioration de la qualité de la localisation des accidents, cette recherche expérimente l'utilisation d'un système GPS pour localiser les accidents. Cinq policiers de la Régie intermunicipale de police Roussillon, formés dans le cadre de cette recherche, ont localisé les accidents à l'aide d'un GPS de marque Garmin® (modèle GPS 76). Au total, 187 accidents sont localisés sur les réseaux routiers de juridiction locale (municipalités) et provinciale (MTQ).

Sur le réseau routier local, les entrées GPS sont comparées au géocodage automatique par tranches d'adresses civiques, dans le logiciel MapInfo®. Considérant que le GPS, jumelé à un système d'information géographique (SIG) donne la référence exacte de 2 à 3 mètres de précision, la localisation à l'aide des tranches d'adresses civiques génère environ 70 % d'imprécision, une imprécision étant un écart d'au moins 30 m entre les deux localisations.

Sur le réseau provincial, les entrées GPS sont comparées aux données du Diagnostic de sécurité routière (DSR), à la fois pour la localisation manuelle et la localisation automatique. Sur l'échantillon d'accidents examiné, la localisation manuelle présente un écart moyen de 68 m par rapport au GPS et la médiane des observations se situe à tout près de 33 m. La localisation est moins précise avec la méthode automatique, car l'écart moyen est de 113 m et la médiane atteint 33 m.

En plus d'être extrêmement précis par rapport aux repères visuels du policier, le GPS s'est révélé convivial dans les actions routinières des patrouilleurs, et l'acceptation policière est favorable à son égard. À la lumière de l'analyse effectuée, la localisation des accidents par GPS démontre un potentiel indéniable pour éliminer la quasi totalité des erreurs de localisation.

1. Introduction

Ce rapport final intègre à la fois le rapport d'étape n° 1 et le rapport d'étape n° 2 sur la localisation des accidents de la route à l'aide du GPS. Il aborde aussi les impacts de l'utilisation du GPS dans ce domaine ainsi que les recommandations nécessaires suite à l'expérience réalisée.

Le premier rapport d'étape présente la problématique relative à la localisation des accidents routiers. Il fait le point sur la revue de la littérature dans ce domaine. Il explique aussi la méthodologie préconisée pour ce projet de recherche.

Le deuxième rapport expose l'ensemble de la méthodologie appliquée lors du projet et il présente les résultats selon les méthodes de localisation comparées.

2. Revue de littérature

La revue de la littérature est effectuée au cours de l'année 2003. Afin d'alléger le texte, la revue complète et détaillée de la littérature se trouve à l'annexe A. Une synthèse est plutôt présentée sur les principaux points à retenir.

2.1. Points à retenir sur la revue de littérature

Globalement, la revue de littérature démontre que l'utilisation du GPS pour la localisation des accidents routiers est déjà très prometteuse. En effet, le degré de précision élevé et l'élimination des erreurs et des données manquantes justifient amplement l'utilisation de cet outil pour la localisation des accidents routiers.

Pour l'analyse des données, le SIG semble être l'outil stratégique pour gérer les bases de données et pour leur représentation cartographique. Sa souplesse d'utilisation permet d'interroger les variables voulues dans la base de données et de faire les analyses demandées.

Afin de parvenir à des résultats satisfaisants et crédibles, l'interaction entre les intervenants (corps policiers, organismes publics ou privés) est nécessaire. L'efficacité du partage des données, du savoir et des objectifs de travail est la clé pour la réussite de ce type de projet. De plus, la formation des policiers est très importante pour le bon déroulement du projet.

À l'intérieur des études consultées, les auteurs émettent plusieurs recommandations méthodologiques, surtout au niveau de la collecte des données aux fins d'expérimentation :

- Il est important de ne pas augmenter la charge de travail des policiers lors de l'expérience, la localisation avec le GPS doit se faire efficacement;
- S'il est nécessaire d'adresser un questionnaire aux policiers, il doit être le plus simple possible et rapide à compléter;
- Il importe d'échanger et de faire un suivi avec les policiers suite aux relevés faits par GPS;
- Le GPS doit être maintenu fonctionnel pour éviter la perte de temps lors de la localisation (mise en marche, connexion à la réception des signaux satellitaires);
- Il est recommandé d'utiliser le premier point d'impact pour localiser les accidents car la localisation en trois points séquentiels (événement initial, premier point d'impact, et position finale du véhicule) complexifie la manipulation des données.

3. Description du projet de recherche

3.1. Problématique

3.1.1. Localisation à partir du rapport d'accident

La Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) demande aux corps policiers de rédiger un rapport d'accident lorsqu'ils sont interpellés sur le lieu d'un accident de la route. Dans ce rapport, une section est consacrée à la localisation du lieu où s'est produit l'accident en question. Avec ces données, les intervenants en sécurité routière peuvent cibler sur le réseau routier les zones dangereuses et y intervenir, s'il y a lieu. Il est donc évident que la localisation précise des accidents est importante ainsi que l'obtention de données crédibles pour toute analyse subséquente. En fait, plusieurs auteurs (Vandermissen et al., 1996; McNight et al., 1997; Tiglaco, 1998; Maurer, 1999; Souleyrette and Gieseman, 1999; Gottemukkula, 2000; Butler, 2001; Greattinger et al., 2001) s'accordent à dire que la localisation précise et exacte est primordiale pour toute analyse en sécurité routière.

Présentement, dans le « Rapport d'accident de véhicules routiers » de la SAAQ, les variables permettant d'identifier le lieu des accidents sont les suivantes :

- Nom de la municipalité, code municipal;
- Zone/abscisse/ordonnée, code Mercator (grille à référence spatiale; 1 km x 1 km);
- Numéro de la route;
- Adresse, rue/rang/chemin;
- Intersection (près de), distance, orientation géographique;
- Coordonnées géographiques issues de données GPS.

Autrefois, les accidents en milieu rural devaient être localisés à partir de la grille Mercator U.T.M. (*Universal Transverse Mercator*). Cette grille permet de contrer l'absence d'information (point de repère visuel) dans l'environnement immédiat de l'accident. Selon Thibault (1993), la localisation des accidents avec la méthode Mercator n'est pas assez précise pour permettre aux autorités d'en tirer des analyses adéquates. En réalité, cette grille permet une localisation avec une marge d'erreur pouvant aller jusqu'à un kilomètre (Dansereau, 1993). Il s'agit d'une méthode où le pourcentage d'erreurs lors de la localisation est assez élevé (Pouliot et al., 1994). Aujourd'hui, les accidents en milieu rural sont localisés à partir de points de repère au même titre que la localisation en milieu urbain. Cependant, le peu de repères visuels valables en rase campagne nuit considérablement à l'obtention d'une localisation précise et adéquate.

En milieu urbain, l'omniprésence de points de repère, telles les adresses civiques et les intersections, facilite la localisation pour le policier (Vandermissen et al., 1996). Cependant, la localisation des accidents est basée sur une estimation rapide à partir du point de repère déterminé (Miller and Karr, 1998). Ce processus facilite le travail des policiers.

Selon Kim et al. (1995), Keechoo and Incheol (1996), McNight et al. (1997), Tiglaco (1998), et Greattinger et al. (2001), les nombreux problèmes de la localisation des accidents sont souvent reliés aux informations (variables) incomplètes, difficiles à comprendre ou erronées. Carreker and Bachman (2001) ont étudié les types d'erreur de localisation. Selon cette étude, 28 % des accidents sont bien localisés, et trois types d'erreurs sont identifiés :

- Le numéro de la route ou le numéro de la borne kilométrique est erroné;
- La localisation n'est pas à la bonne intersection ou au bon point à l'intersection;
- Le numéro de route, de borne kilométrique, ou le nom de route est invalide.

Deux études québécoises démontrent les nombreuses erreurs commises par les policiers lors de la localisation des accidents. L'étude de Vandermissen et al., (1996) démontre que 76 % des rapports d'accidents ont au moins une variable de localisation erronée ou imprécise. L'étude de Badeau et al. (1995) montre par ailleurs que plusieurs modifications sont nécessaires afin de bien localiser les accidents, soit près de 12 000 rapports ayant subi des corrections sur un total de 26 041 rapports traités.

Ainsi, comme l'ont mentionné Badeau et al. (1995), Vandermissen et al. (1996), McNight et al. (1997) et Thnay (2000), le traitement des données et leur correction à partir des rapports d'accidents, jusqu'à leur analyse, devient un travail long et fastidieux en plus d'engendrer des imprécisions dans l'interprétation.

3.1.2. Traitement des données

3.1.2.1. Cheminement des données au Québec

Dans un premier temps, les policiers doivent rédiger le rapport d'accident. Ensuite, les rapports d'accidents colligés sont envoyés à la SAAQ. À la SAAQ, un groupe d'employés est chargé de retranscrire les données des rapports dans la base de données. Ensuite, la SAAQ envoie les données au MTQ à Québec, et ce dernier les redistribue aux Directions territoriales pour les analyses requises (figure 1). L'ensemble du cheminement amène donc plusieurs individus de diverses instances gouvernementales à manipuler les données.

Le plus important, c'est que les nombreuses opérations dans la base de données peuvent générer davantage d'erreurs (Regents of the University of California, 2002). Plus la gestion des bases de données est complexe, plus les risques d'erreurs peuvent se manifester (McNight et al., 1997).

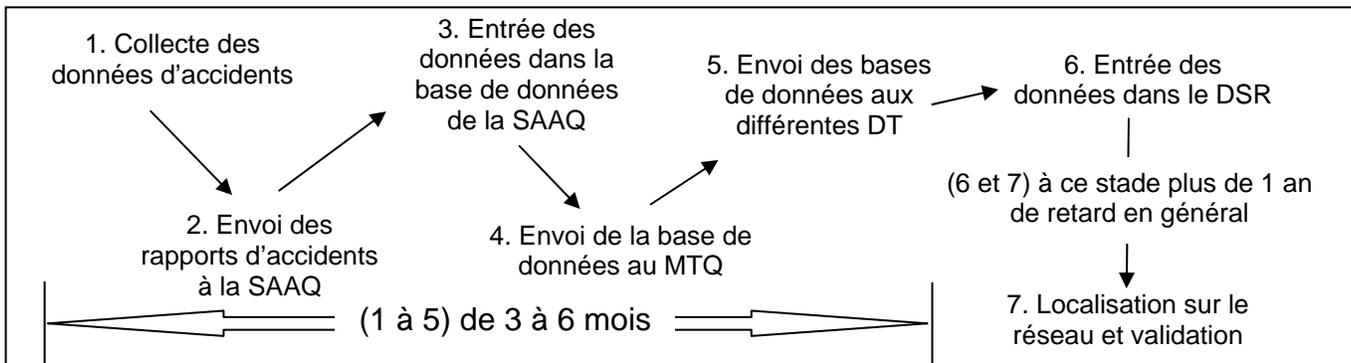


Figure 1 - Cheminement des données d'accidents au Québec

3.1.2.2. Diagnostic de sécurité routière

Le Diagnostic de sécurité routière (DSR) est l'outil de travail utilisé par le MTQ pour le traitement et l'analyse des données d'accidents. Ce système a pour objectif de fournir des données fiables et accessibles aux intervenants du MTQ en sécurité routière. Le DSR permet une localisation à partir de points de repère et de coordonnées RTSC (Route-Tronçon-Section-Chaînage) pour chaque repère. Ce système de repérage fonctionne de la façon suivante : chaque route est divisée en plusieurs tronçons et chaque tronçon est divisé en sections. Le chaînage correspond à la distance en mètres du point 0, origine de la section.

Dans le processus de localisation, le DSR positionne les accidents de façon automatique si le système est capable de faire le lien entre l'information issue de la banque de données et un point de repère pris au préalable sur le réseau routier. Les principaux types de points de repère sont :

- les numéros civiques ou les bornes kilométriques;
- les intersections de route numérotée;
- les intersections de route alphanumérique;
- les entités uniques dans la municipalité;
- les entités uniques sur une route;
- les numéros civiques sur le réseau municipal;
- les informations pour la localisation manuelle;
- les informations supplémentaires.

Cependant, le jumelage des points de repère aux Route-Tronçon-Section-Chaînage (RTSC), n'est pas toujours évident. Une des principales raisons est le manque d'uniformité relativement aux informations (adresse et intersection) contenues sur le rapport d'accident. Ces informations laissent place à diverses interprétations lors de la saisie des données (Haince, 2001). Ce problème peut donc engendrer une localisation erronée ou imprécise. Ce travail demande aux intervenants un temps considérable pour en arriver à une localisation finale qui n'est pas garantie.

3.1.3. Analyse des données

Comme on peut le constater, l'ensemble de la méthode de localisation par point de repère ne permet pas toujours d'établir un lien entre les accidents localisés au même endroit (Greattinger et al., 2001), elle fournit une localisation approximative (McNight et al., 1997) et elle génère bien des mauvaises positions qui sont souvent causées par l'erreur humaine (Pouliot et al., 1994; Greattinger et al., 2001; Miller and Karr, 1998). De plus, l'analyse rapide des données est difficile avec l'ensemble du système. Il peut être possible que certaines analyses soient incorrectes suite au manque de précision dans la localisation finale.

3.1.4. Solution envisagée

Afin de pallier à cette problématique, plusieurs études (Thibault, 1993; Maurer, 1999; McNight et al., 1997; Miller and Karr, 1998; Greattinger et al., 2001) ont évalué l'utilisation du GPS à des fins de localisation des accidents routiers. En fait, l'usage du GPS semble une solution beaucoup plus efficace que la localisation à partir des points de repère. Le GPS permet une analyse des données de localisation en quelques heures et élimine à la fois la saisie manuelle des données de localisation. La technologie du GPS présente un potentiel indéniable en ce qui a trait à la précision de la localisation et à la rapidité de la saisie. Selon Morin et al. (1994), la localisation précise et exacte (au mètre près) des accidents demeure pour le moins illusoire tant et aussi longtemps que

la technologie du GPS ne sera pas en fonction dans ce domaine. La figure 2 représente le cheminement possible des données GPS pour des fins de localisation des accidents.

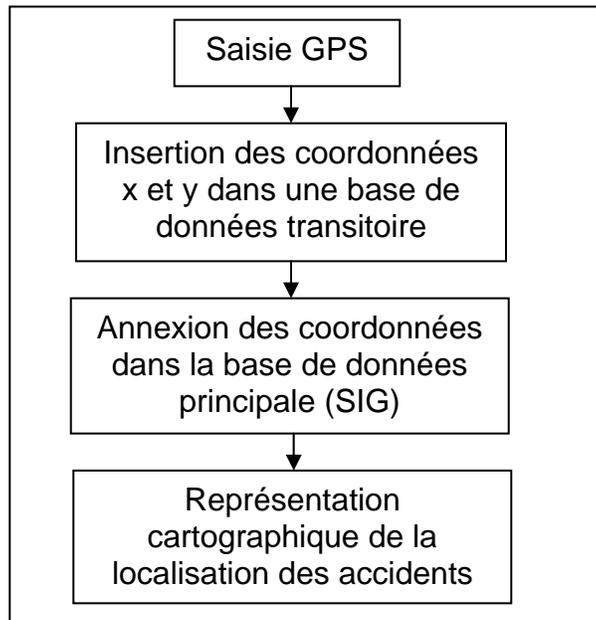


Figure 2 - Cheminement possible des données GPS pour la localisation des accidents

Au GPS s'ajoute inévitablement les SIG pour le traitement et l'analyse des données. Ces systèmes sont importants et même nécessaires à court et long terme dans le domaine de la sécurité routière. Ils sont capables d'identifier les tendances et les modèles d'accidents avec une grande précision (Butler, 2001). Par conséquent, il devient plus facile d'analyser les problématiques, d'appliquer les mesures correctives sur le terrain et d'évaluer par la suite les résultats (Andreassen and Cusack, 1996; Keechoo and Incheol, 1996). Selon Miller (2000), un SIG peut gérer plusieurs bases de données en même temps et l'on peut effectuer une panoplie d'analyses reliées directement ou indirectement à la sécurité routière. Enfin, selon McNight et al., (1997), plus la méthode de localisation des accidents est complète et intégrée, plus il y a de chances d'obtenir de bons résultats.

En résumé, avec l'apport des nouvelles technologies, comme le GPS et le SIG, l'aspect méthodologique de la localisation des accidents routiers peut être grandement amélioré. On parle ici d'une méthodologie ne demandant que très peu d'efforts lors de la saisie et du traitement des données, de même qu'une réduction du temps nécessaire à la localisation. Cependant, l'implantation de ces technologies requiert à court terme un changement organisationnel important (achat d'équipement, formation, gestion et fonctionnement), mais très bénéfique à moyen et à long terme.

3.2. Objectifs de la démarche

3.2.1. Objectifs généraux

Dans un premier temps, nous savons que la méthodologie actuellement utilisée pour la localisation des accidents routiers engendre plusieurs problèmes. Deux objectifs généraux doivent être réalisés.

1. Améliorer les analyses en matière de sécurité routière afin de réduire le nombre et la gravité des accidents de la route autant sur le réseau du MTQ que sur le réseau municipal desservi par la Régie intermunicipale de police Roussillon (RIPR).
2. Vérifier les impacts de l'utilisation des GPS sur la qualité des données pour la localisation des accidents (précision et exactitude).

3.2.2. Objectifs spécifiques

Des objectifs généraux découlent cinq objectifs spécifiques.

1. Établir un partenariat avec les intervenants qui recueillent, traitent et utilisent les données d'accidents, afin de les faire bénéficier des résultats de cette recherche.
2. Trouver une méthode dans le but de minimiser la charge de travail des policiers lors de la localisation des accidents.
3. Expérimenter le GPS et le SIG pour la localisation des accidents.
4. Analyser et comparer les avantages et les inconvénients des deux méthodes de localisation des accidents : par points de repère et par GPS.
5. Énoncer des recommandations quant à l'implantation d'un système de localisation d'accidents par GPS.

3.3. Site à l'étude

La région à l'étude est située dans la partie sud-ouest du Québec, plus précisément dans le secteur ouest de la Montérégie, au sud de Montréal. Le site à l'étude couvre le territoire desservi par la Régie intermunicipale de police Roussillon (RIPR) et il correspond aux municipalités de La Prairie, Candiac, Delson, Saint-Constant, Saint-Mathieu, Saint-Philippe et Sainte-Catherine. On peut qualifier le territoire à l'étude d'une proche banlieue de Montréal ayant des activités commerciales et industrielles très développées. La route 132 traverse la partie urbanisée et cela cause plusieurs conflits. Un nombre surprenant d'accidents survient à chaque année sur cette route qui est à la fois utilisée par les conducteurs locaux et par le trafic de transit (camionnage lourd). La partie la plus au sud est caractérisée par son milieu rural (figure 3).

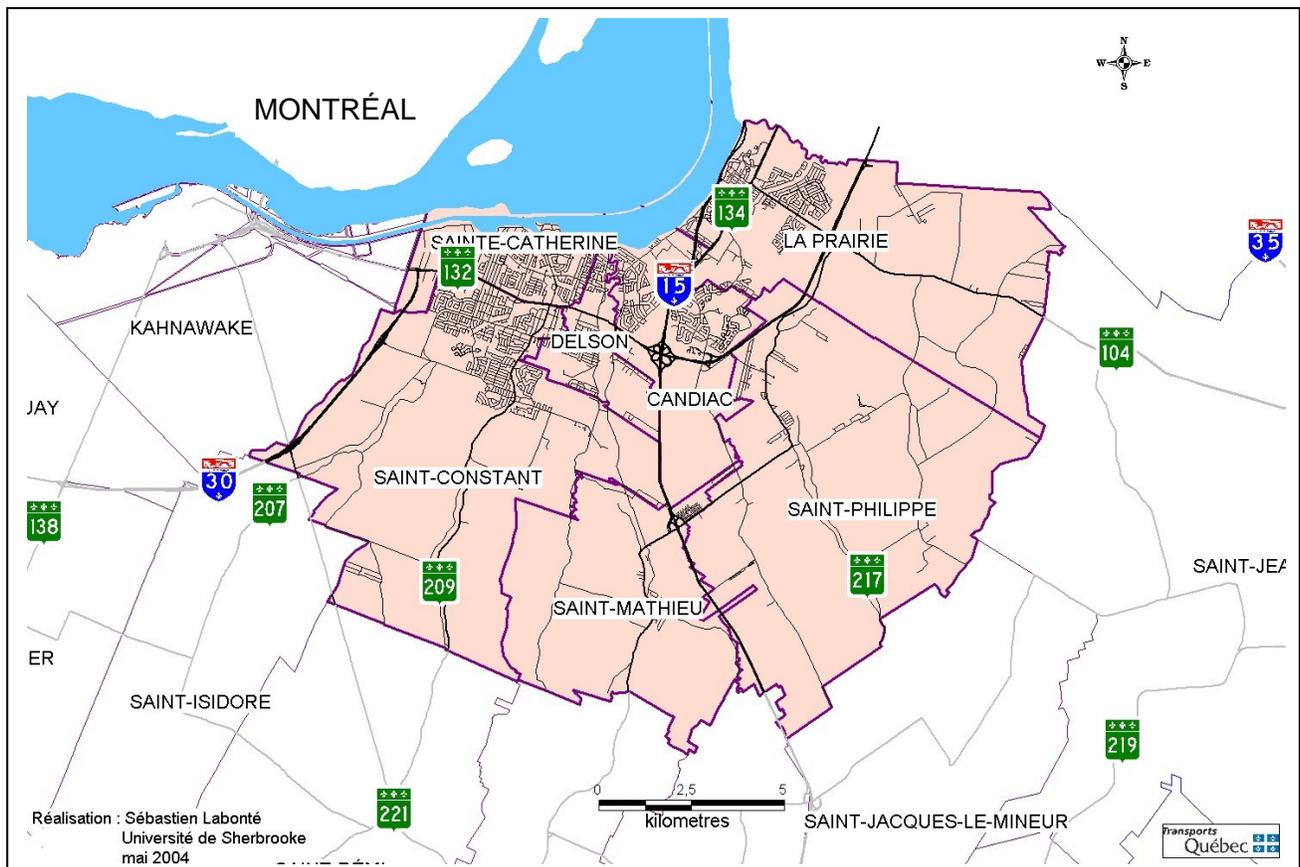


Figure 3 - Localisation du site à l'étude : territoire de la Régie intermunicipale de police Roussillon

3.4. Description de la RIPR

En tout, de 10 à 12 véhicules de patrouilles sont en action 24 heures sur 24. Tout près de 60 patrouilleurs sont disponibles pour effectuer cette tâche. Présentement, la RIPR ne possède aucun équipement informatique à bord du véhicule de patrouille. Alors, l'insertion d'un GPS est une nouveauté pour ce Corps policier.

4. Méthodologie de la présente recherche

L'organigramme méthodologique (figure 4) permet de bien visualiser les étapes réalisées durant la recherche. Ces dernières sont expliquées dans la prochaine section.

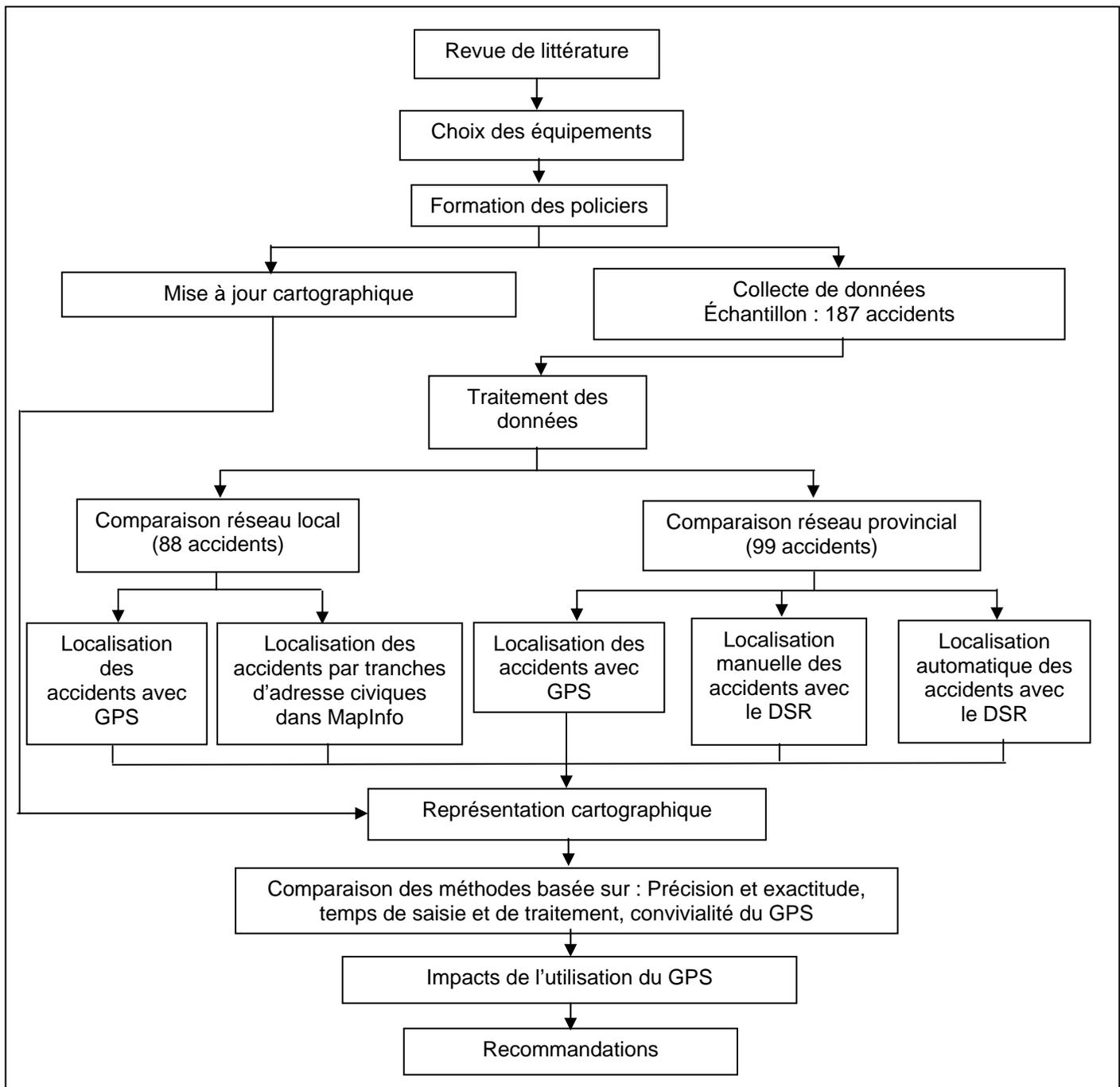


Figure 4 - Organigramme méthodologique du projet

4.1. Choix des équipements

4.1.1. Système d'information géographique (SIG)

Le système d'information géographique utilisé pour la gestion des données est MapInfo®. La raison principale de ce choix est que ce logiciel est déjà utilisé par les autorités du MTQ. Donc, nous avons opté pour ce SIG afin de réaliser une comparaison méthodologique adéquate selon les méthodes présentement utilisées par le MTQ.

4.1.2. GPS

Le GPS utilisé pour la présente étude est le Garmin® GPS 76. Les raisons de ce choix s'expliquent par sa fiabilité, sa grande précision, sa facilité d'utilisation et son coût abordable (339 \$ l'unité à l'hiver 2003). Le Garmin® GPS 76 est muni d'un système WAAS (Wide Area Augmentation System). Le WAAS est un système composé de 25 stations terrestres réparties à travers les États-Unis. Ces stations recueillent les données satellitaires et les renvoient à une des deux stations maîtresses situées sur chacune des côtes (est/ouest). La station maîtresse corrige par la suite les données. Cette correction différentielle est retransmise à un des deux satellites géostationnaires et le signal est émis au GPS ayant la capacité de lire ces données.

Selon les tests effectués par Wilson (2003), le Garmin® GPS 76 a obtenu des résultats de précision très convaincants sur les 172 815 points saisis (tableau 1). Avec ces résultats, on peut lui accorder une bonne note pour sa fiabilité (voir description technique à l'annexe B).

Tableau 1 - Précision du Garmin® GPS 76 (172 815 observations)

	Moyenne d'erreur (x, y)	95 % d'erreur de probabilité (x, y)
WAAS activé	1,5 m	2,6 m
WAAS non activé	3,2 m	5,3 m

Tiré de Wilson : GPS WAAS Accuracy, (2003, p. 2)

Il est important de mentionner que les données dans le tableau 1 font référence à des données prises aux États-Unis. Cette précision décroît légèrement selon les endroits au Canada puisque les antennes de références WAAS sont situées en territoire américain. On ne peut donc espérer cette même précision au Canada. Par contre, c'est un outil qui donne des résultats acceptables.

4.2. Formation

Afin de bien comprendre la fonctionnalité du Garmin® GPS 76, plusieurs employés de la Direction territoriale de l'Ouest-de-la-Montérégie ont reçu une formation. Ces séances ont permis d'ajuster au besoin et d'améliorer la qualité de la présentation en recevant les commentaires et les opinions de l'auditoire. Selon McNight et al. (1997), une bonne

formation aux policiers est importante pour le bon fonctionnement d'un projet de ce genre.

Le 11 juin 2003, cinq policiers de la Régie intermunicipale de police Roussillon (RIPR) sont formés. Le cours porte principalement sur les manipulations de base dont la saisie de point GPS (waypoint) et le contexte du projet de recherche. Suite à cette formation, les policiers sont en mesure de débiter la collecte de données.

4.3. Collecte de données

4.3.1. Processus méthodologique de la collecte

La revue de littérature a permis de prendre en considération les diverses recommandations d'études réalisées dans le passé. Selon les expériences de Miller and Karr, 1998; McNight et al., 1997; Greattinger et al., 2001, le déroulement de la saisie des données doit être axé sur la simplicité et surtout ne pas augmenter la charge de travail des policiers. Si ces deux aspects ne sont pas respectés, il est possible que les données amassées soient moins crédibles et moins exactes.

Voici les directives que les policiers ont à suivre lors d'une saisie d'un point GPS :

1. Arrivé sur le site d'un accident, le policier agit de la même façon qu'à l'habitude (sécuriser les lieux, réconforter les usagers ou autres décisions selon la situation);
2. Lorsqu'il est temps de compléter le rapport d'accident, le policier le remplit de la même façon qu'à l'habitude;
3. Après avoir terminé la rédaction du rapport d'accident, le policier prend un relevé GPS (waypoint) le plus près possible du point d'impact;
4. Enfin, le policier inscrit sur le rapport d'accident le numéro du point GPS (waypoint) afin de faire le lien avec la localisation traditionnelle pour les analyses subséquentes.

4.3.2. Transfert des données

Depuis le début de la collecte, qui s'échelonne du 11 juin 2003 jusqu'au 15 août 2003, le transfert des données, directement sous format numérique, est réalisé sur une base hebdomadaire. En ayant accès directement aux données du GPS, la manutention des données par d'autres instances est éliminée. À partir du 16 août 2003, les données sont directement transférées de la RIPR à l'Université de Sherbrooke selon la disposition des horaires des collaborateurs.

4.3.3. Échantillon

Les études de Miller and Karr (1998) et de Greattinger et al. (2001) ont respectivement analysé 32 et 20 accidents. Ces échantillons de petites tailles donnent toutefois des résultats significatifs. Par contre, McNight et al., (1997) ont colligé plus de 400 accidents, ce qui a permis de bien évaluer les équipements. La présente étude comporte 99 accidents sur le réseau provincial et 88 accidents sur le réseau municipal, ce qui est suffisant pour illustrer une tendance significative.

4.4. Validation et mise à jour de la base cartographique

Depuis plusieurs années, le territoire de la RIPR subi un développement rapide dans le domaine résidentiel. Une mise à jour des rues locales est donc réalisée à l'été 2003. En se basant sur les nouvelles données des sept municipalités touchées, les rues manquantes sont référencées à l'aide d'un GPS (Garmin® 17N) ayant une précision inférieure à trois mètres et avec un GPS (Alto-G12) ayant une précision de 60 centimètres. En tout, 25 rues sont numérisées tout en inventoriant les numéros civiques.

Enfin, suite à une analyse de la couche cartographique des rues locales, plusieurs numéros civiques sont absents dans la base de données Géocom. Afin d'obtenir les numéros manquants, une requête dans MapInfo® est effectuée. En tout, 700 tronçons sur 2 775 n'affichaient aucun numéro civique. À l'aide d'orthophotos, il est possible d'éliminer près de la moitié des numéros manquants par absence de bâtiment sur les tronçons observés. Par la suite, avec un ordinateur portable, chaque tronçon est validé sur le terrain, s'il y a lieu, afin de recueillir les numéros manquants. Les numéros civiques du début et de la fin des deux côtés des rues sont recensés.

4.5. Conception des bases de données

Afin d'obtenir une comparaison crédible des résultats et de bien analyser le processus méthodologique de chacun des procédés, les informations sont traitées individuellement. C'est pour cette raison qu'il y a cinq bases de données différentes.

- une base de données avec tous les points GPS;
 - une base de données avec la localisation GPS sur le réseau provincial;
 - une base de données avec la localisation GPS sur le réseau local;
- une base de données relative à la localisation manuelle à partir du rapport d'accident avec le DSR;
- une base de données relative à la localisation automatique à partir du rapport d'accident avec le DSR;

4.5.1. Base de données de tous les points GPS saisis

Suite à la réception des coordonnées géographiques des accidents localisés par GPS, il est possible de monter cette base de données. Cette dernière possède une structure similaire à celle de la base de données du DSR. Cependant, la localisation des accidents se fait à l'aide des coordonnées géographiques issues du GPS (version intégrale de la base de données à l'annexe D).

4.5.1.1 Bases de données avec points GPS réseau local et provincial

Dans le but de faciliter l'analyse des données et de mieux différencier les couches cartographiques dans le SIG, la base de données rassemblant tous les points GPS est fragmentée en deux. La base de données comprenant les accidents sur le réseau provincial est comparée à la base de localisation du DSR, pour les positionnements manuels et automatiques, tandis que la base de données relative au réseau local est comparée à la localisation par tranches d'adresses civiques géocodées dans MapInfo®, de façon automatique. En ayant déjà la localisation GPS dans la base de données et l'adresse civique la plus près d'où est survenu l'accident, il est possible de comparer ces deux types de localisation.

4.5.2. Base de données relative à la localisation manuelle du DSR

La localisation est directement reliée au Route-Tronçon-Section-Chaînage (RTSC) du DSR. Bref, il s'agit de localiser manuellement les accidents par rapport aux points de repère identifiés avec le DSR et d'ajuster selon les distances inscrites au rapport d'accident.

4.5.3. Base de données relative à la localisation automatique du DSR

La localisation automatique provient de l'ensemble du processus utilisé au Québec, soit de la saisie terrain (rapport d'accident) jusqu'à la localisation automatique avec le DSR (Corps policiers → SAAQ → MTQ central → Direction territoriale). Donc, aucune interprétation n'est possible pour ce type de positionnement. C'est le DSR qui statue lui-même la localisation.

4.6. Création d'un SIG (représentation cartographique)

Le SIG ou la cartographie assistée par ordinateur est l'outil de travail qui permet de visualiser les résultats, donc l'efficacité globale des méthodes étudiées. Les bases de données sont intégrées dans MapInfo® pour évaluer la précision et l'exactitude de la localisation des accidents.

4.7. Résumé de la méthodologie utilisée pour l'ensemble de la collecte des données

Le devis de recherche demande à ce que chaque étape à partir de la collecte de données terrain, jusqu'à l'insertion des données dans un SIG, soit clairement définie afin de présenter la procédure effectuée dans le projet de recherche. Alors, voici une liste des différentes étapes réalisées. Ces étapes correspondent à la comparaison entre le mode GPS et la localisation automatique du DSR.

1. Collecte de données terrain (voir procédure au point 4.3.1);
2. Transfert des données GPS dans une base de données transitoire;
3. Association du numéro du point GPS (waypoint) au numéro d'événement de l'accident, et création des bases de données pour la comparaison des méthodes;
4. Transfert des rapports d'accidents de la RIPR à la SAAQ;
5. Transcription des données d'accidents à la SAAQ dans une base de données;
6. Transfert des données de la SAAQ au MTQ;
7. Association des numéros d'événements de la base de données du projet avec la base de données de la SAAQ;
8. Représentation cartographique et comparaison des données.

4.8. Comparaison des méthodes et analyse des données

Afin d'évaluer l'ensemble des résultats, trois aspects essentiels sont observés dans le but d'obtenir une comparaison méthodologique objective.

Un des principaux objectifs de la recherche est de connaître le niveau de précision et d'exactitude des méthodes évaluées. Lorsqu'on fait référence à la précision et à l'exactitude des données, nous voulons savoir laquelle des méthodes permet d'obtenir la position la plus près du point d'impact de l'accident saisi. Il est bien évident que si la localisation est très précise, conséquemment l'exactitude du positionnement est validée.

En sachant que la localisation GPS se superpose relativement bien au réseau routier, il est possible de comparer la précision entre les méthodes évaluées. Une limite de 30 m est établie afin d'identifier les imprécisions pour la méthode par tranches d'adresses civiques. Si la distance entre les deux méthodes de localisation dépasse 30 m, la localisation par tranches d'adresses est donc imprécise. Cette limite est aussi appliquée sur le réseau provincial, autant pour la localisation manuelle qu'automatique, sauf que la limite établie est de 20 mètres.

Un deuxième point à évaluer est le temps de saisie et de traitement des données. Cet aspect évalue la différence, en temps, pour localiser un accident avec la méthode traditionnelle, et avec la méthode par GPS. Au mois de janvier 2004 (mi-projet), un questionnaire est distribué aux policiers afin de recueillir une estimation du temps de saisie, sur le terrain, des deux méthodes. La version intégrale du questionnaire est présentée à l'annexe C.

Ensuite, une analyse sur la qualité et l'efficacité du temps de traitement des données est faite selon les méthodes étudiées. Ce point permet de cibler le procédé ayant le meilleur processus méthodologique dans la localisation des données.

Enfin, comme dernier point observé, il est possible d'interroger les policiers sur la convivialité des GPS dans leur travail de tous les jours. Au moyen de deux questionnaires, distribués au milieu et à la fin du projet, il est possible de recevoir une rétroaction de la part des policiers. Les questions posées se trouvent à l'annexe C.

5. Présentation des résultats

La présentation des résultats se détaille de la façon suivante :

1. Comparaison de la précision et de l'exactitude pour le réseau local;
2. Comparaison de la précision et de l'exactitude pour le réseau provincial (MTQ);
 - GPS versus localisation manuelle;
 - GPS versus localisation automatique;
 - Localisation manuelle versus localisation automatique;
3. Comparaison du temps de saisie terrain;
4. Comparaison du temps de traitement des données;
5. Convivialité de l'utilisation du GPS.

5.1. Comparaison de la précision et de l'exactitude pour le réseau local

Pour les 88 accidents comparés, la localisation à l'aide du GPS n'a produit aucune erreur. En fait, tous les accidents répertoriés avec le GPS concordaient avec la localisation du réseau routier, ce qui permet de valider les points GPS.

Pour la localisation faite à l'aide du géocodage par tranches d'adresses civiques, avec la base Géocom, les résultats de la localisation semblent moins précis. En tout, 70 % (62/88) des accidents sont localisés au mauvais endroit. Voici les principales raisons du manque de précision et d'exactitude de cette méthode.

- S'il n'y a pas de numéro civique dans l'adresse indiquée sur le rapport, il est difficile d'obtenir une localisation précise. Lorsque MapInfo® géocode, il localise le tronçon visé, et ensuite, il extrapole avec le numéro civique sur le tronçon ciblé.
- Si l'accident est survenu à une intersection, encore une fois la localisation est difficile puisqu'en général aucun numéro civique n'est inscrit sur le rapport.
- S'il y a une erreur dans la terminologie des tronçons (rue, boulevard, chemin, rang, etc.) la localisation peut se faire dans la mauvaise municipalité.

Voici deux exemples de comparaison de la localisation entre la méthode GPS et la méthode par tranches d'adresses civiques (figure 5 et 6). Les points rouges (figure 5) correspondent à la localisation par GPS, ce qui indique avec précision le point d'impact de six accidents dans cet environnement. Les « triangles jaunes » correspondant aux accidents 19, 91 et 95, localisent les accidents survenus à une intersection sur le chemin Saint-François-Xavier. Cet exemple reflète les difficultés à localiser avec précision lorsqu'il n'y a pas de numéro civique. Le « triangle jaune » correspondant aux accidents 50 et 67, fait référence aux accidents survenus au « 188 chemin Saint-François-Xavier ». Cet emplacement concorde à l'extrapolation de la localisation à l'aide du numéro civique. Enfin, le « triangle jaune » correspondant à l'accident 30, démontre une fois de plus l'extrapolation d'une localisation peu précise. En fait, le policier recueille tout simplement l'adresse civique la plus proche de l'accident, ce qui ne permet pas toujours d'obtenir une localisation précise à la base.

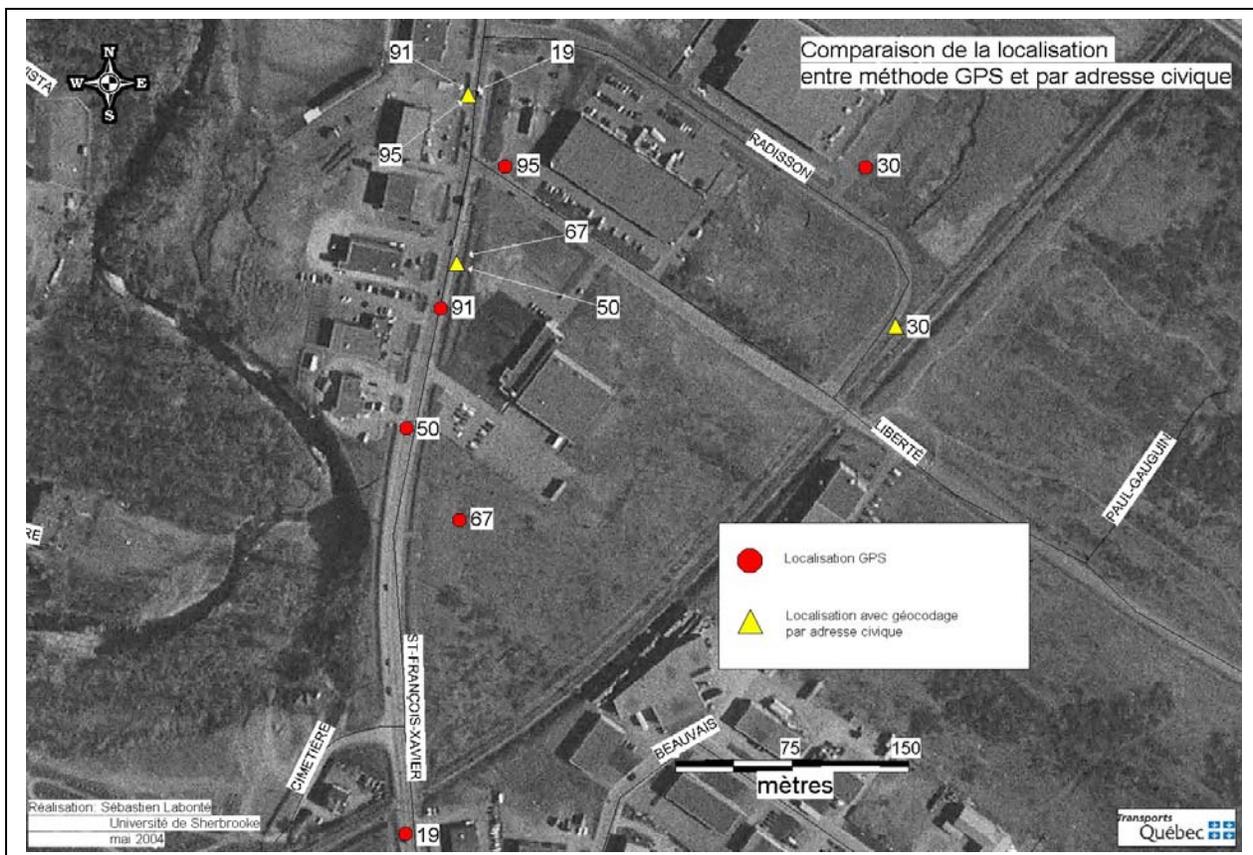


Figure 5 - Comparaison de la localisation entre la méthode GPS et par tranches d'adresses civiques (chemin Saint-François-Xavier)

Les points rouges (figure 6) correspondent à la localisation par GPS, ce qui indique avec précision le point d'impact de quatre accidents dans cet environnement. Cependant, seulement deux localisations par adresse civique sont perçues sur l'orthophoto. L'accident 53 fait référence à l'extrapolation de l'adresse « 1042 des Écluses » et l'accident 106 à l'extrapolation de l'adresse « 804 des Écluses ». Suite à l'analyse des deux rapports d'accidents (variables supplémentaires) la localisation correspond parfaitement à la position donnée par le GPS pour les deux accidents. Dans le cas des accidents 52 et 84, ils sont respectivement localisés à l'intersection Saint-Laurent/Lavérendrye et à l'intersection Saint-Laurent/des Écluses. Donc, en ayant aucun numéro civique sur le rapport d'accident, la localisation par adresse civique est automatiquement imprécise. D'ailleurs, on ne retrouve pas ces deux localisations qui sont situées à l'extérieur de la figure 6.



Figure 6 - Comparaison de la localisation entre la méthode GPS et par tranches d'adresses civiques (Saint-Laurent/Écluses)

Pour le réseau local, l'ensemble des résultats démontre que la localisation à l'aide du GPS est très précise, alors que la localisation par adresse civique, avec la base de données Géocom (2001), est plutôt faible. Cette base de données non modifiée contenait plusieurs erreurs de confection, comme par exemple le sens des chaînages qui n'était pas toujours conséquent. Cette dernière nécessite plusieurs améliorations afin d'obtenir des résultats plus convaincants. À titre d'exemple, dans la base de

données GéoAcc (Géocom 2001 modifié), un module de localisation des accidents à partir de tranches d'adresses civiques est présentement en développement par le MTQ et donne de bons résultats. Il est capable de localiser avec une bonne précision, soit de 90 à 95 % des accidents tout en ayant une adresse complète. Cependant, ce taux est seulement applicable dans les milieux urbains. En milieu rural, la localisation est plus difficile compte tenu de la dispersion et de l'irrégularité des numéros civiques.

4.2. Comparaison de la précision et de l'exactitude pour le réseau provincial

Pour les 99 accidents comparés, la localisation à l'aide du GPS a seulement transmis une erreur de localisation. Par contre, cette erreur n'est pas reliée à une erreur de positionnement du GPS, mais plutôt à une erreur humaine lors de la saisie terrain. Donc, encore une fois, tous les accidents répertoriés avec le GPS se sont superposés au réseau routier, ce qui permet de valider les points GPS.

Afin de pousser plus loin les analyses de précision et d'exactitude des données, chaque variable de localisation des accidents est vérifiée. Le tableau 2 présente les types d'erreurs ou les imprécisions commises lors de la rédaction du rapport d'accident. Si ces données ne sont pas exactes, le tout peut se traduire par une mauvaise localisation finale, peu importe si la localisation se fait de façon manuelle ou automatique, avec le DSR.

Tableau 2 - Erreurs et imprécisions commises lors de la rédaction du rapport d'accident

	Rapports erronés / Nombre total	Pourcentage
1. Nom de municipalité erroné ou manquant	12/99	12,2 %
2. Code municipal erroné ou manquant	16/99	16,2 %
3. Numéro de route erroné	3/99	3 %
4. Adresse (en face de) erronée	3/99	3 %
5. Point de repère erroné (intersection près de)	1/99	1 %
6. Orientation relative erronée ou manquante par rapport au point de repère (N.-S.-E.-O.)	18/99	18,2 %
7. Distance relative au point de repère (20 m et plus) comparaison avec point GPS	35/99	35,4 %
Rapport d'accident ayant au moins une variable erronée	50/99	50,5 %

Pour les trois premières variables du tableau (nom de municipalité, code municipal et numéro de route) la localisation ne risque pas d'être influencée, si ces variables sont erronées, mais cela engendre des délais dans la localisation finale avec le DSR, puisque cette localisation doit alors se faire manuellement. Il est important de mentionner que pour la variable du nom de la municipalité, la comparaison est faite avec les données du DSR. Le DSR accorde pour la route 132, dans la zone d'étude, tous les points de repère à la municipalité de Sainte-Catherine. En réalité, ce tronçon traverse aussi les villes de Saint-Constant, Delson et Candiac. Cette anomalie causée par le DSR donne donc un pourcentage d'erreurs plus élevé. C'est le même principe avec le code municipal, car chaque juridiction possède son propre code.

Pour les points quatre et cinq, l'exactitude est essentielle pour une bonne localisation avec le DSR. Toutefois, les erreurs sont très rares.

Ensuite, pour les points six et sept, où l'exactitude et la précision des données sont primordiales, les imprécisions sont très fréquentes (18,2 % et 35,4 %). Cependant, l'orientation géographique et la distance relative au point de repère sont deux variables qui sont estimées par les policiers et qui donnent plusieurs informations non perçues par le DSR. En fait, il est rare que la localisation à l'aide du rapport d'accident et du DSR soit aussi précise que la localisation GPS. À titre d'exemple, un policier peut localiser un accident à l'intersection même, alors que l'accident s'est produit à quelques mètres de la ligne d'arrêt. D'ailleurs, nous savons très bien que les policiers doivent souvent gérer des contextes particuliers sur les sites d'accidents, ce qui peut nuire à la rédaction du rapport. Déjà à ce stade, la différence entre la localisation DSR et GPS est automatiquement d'une dizaine de mètres au minimum, puisque dans le SIG, l'accident est localisé au centre de l'intersection avec le DSR. C'est donc l'ensemble de la méthode traditionnelle qui donne des imprécisions, et non seulement les erreurs liées à la rédaction, à la saisie et à l'interprétation du rapport d'accident.

La proportion des rapports d'accidents ayant au moins une variable de localisation erronée ou imprécise est de 50,5 %. Ce pourcentage correspond aux données des études de Badeau et al. (1995) et de Vandermissen et al. (1996), où le pourcentage est supérieur à la moitié des observations. En effet, la température, l'éclairage et la visibilité peuvent nuire à la prise de données.

La figure 7 montre les tendances de la variation des erreurs et des imprécisions commises lors de la rédaction des rapports d'accidents. On peut remarquer que les anomalies suivent une tendance relativement constante à travers les mois.

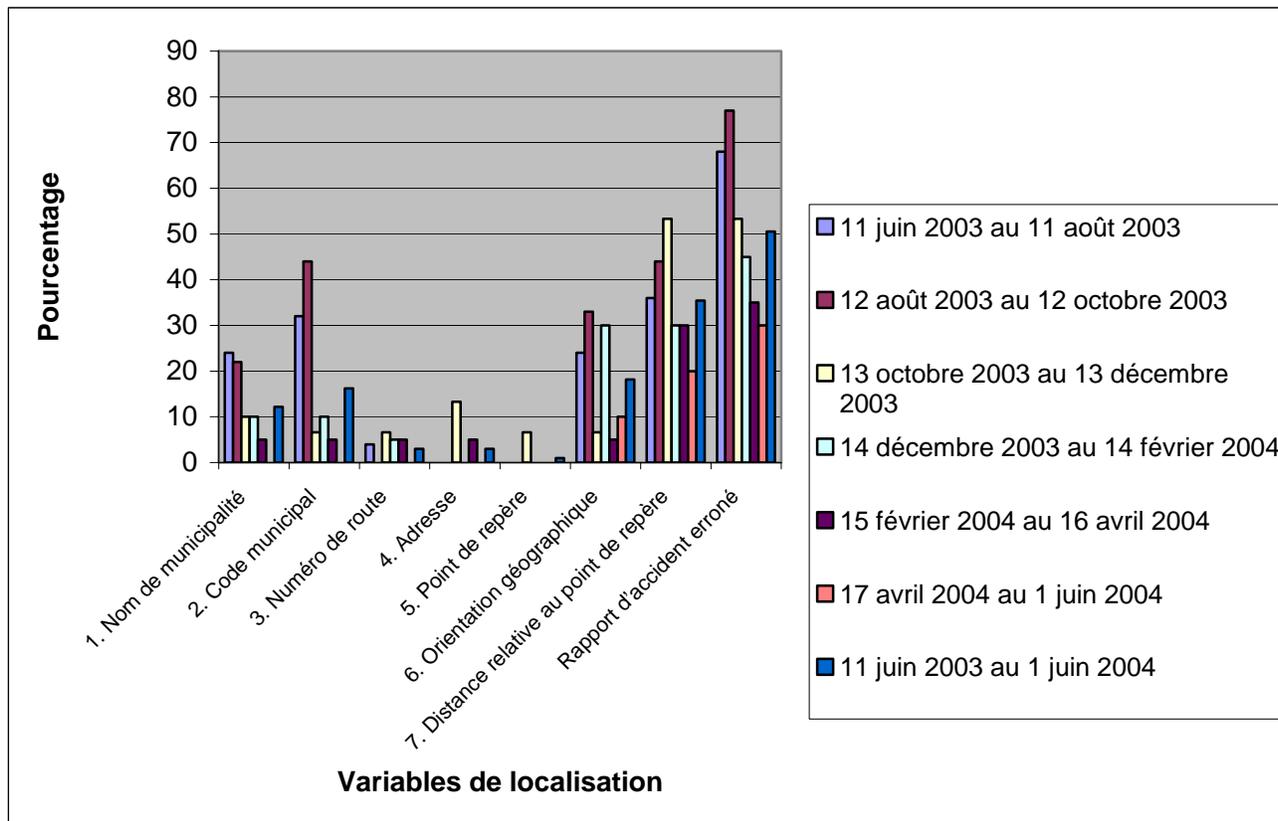


Figure 7 – Tendances des erreurs et des imprécisions commises lors de la rédaction des rapports d'accidents

4.2.1. GPS versus localisation manuelle

La distance en moyenne entre la localisation GPS et la localisation manuelle à l'aide du DSR pour chaque accident est validée. Le tableau 3 présente la différence en mètres des deux méthodes, à l'exception des accidents survenus dans les stationnements. Or, la moyenne de la distance relative entre ces deux méthodes est de 68 m. En fonction de la position du GPS, 71,3 % des accidents ont une erreur supérieure à 20 mètres. Ensuite, compte tenu de certains nombres qui sont particulièrement élevés, la médiane a aussi été calculée. Cette dernière est de 33 mètres.

**Tableau 3 - Distances entre la localisation GPS et DSR manuelle
(stationnement exclu)**

No d'accident	Distance	No d'accident	Distance	No d'accident	Distance
2	37 m	64	17	128	43
3	24	65	31	129	10
5	18	66	23	130	40
6	94	68	552	131	27
8	90	70	26	137	38
9	50	72	5	139	10
16	8	73	35	140	32
21	35	74	44	141	11
25	97	75	24	142	47
26	0	76	35	143	419
27	16	78	67	148	94
28	46	79	25	150	54
31	37	81	175	151	49
32	18	82	8	154	32
36	60	85	75	155	25
38	100	87	23	159	10
41	116	90	72	163	22
42	17	99	8	165	15
44	26	100	460	167	11
45	145	101	2	169	104
46	304	104	25	170	19
47	20	108	33	171	300
48	32	113	51	172	0
49	11	116	132	174	0
54	200	117	13	176	412
57	54	119	96	179	32
58	15	122	75	181	34
59	50	125	48	182	14
60	73	127	18	183	19
Moyenne			68 mètres		
Médiane			33 mètres		

N.B. : Les numéros d'accidents manquants sont associés à des localisations non comprises dans l'étude (localisation associée à la criminalité).

Voici deux exemples (figure 8 et 9) de la comparaison de la localisation par GPS et de la localisation manuelle par DSR.

Les points rouges (figure 8) correspondent à la localisation par GPS, indiquant avec précision les points d'impact de trois accidents dans cet environnement. Le triangle jaune de l'accident 46 présente une erreur d'orientation géographique. Le triangle jaune correspondant à l'accident 90 montre une erreur de l'estimation de la distance relative au point de repère. Pour ce qui est de l'accident 159, les deux méthodes localisent l'accident pratiquement au même endroit, il y a seulement dix mètres de différence.

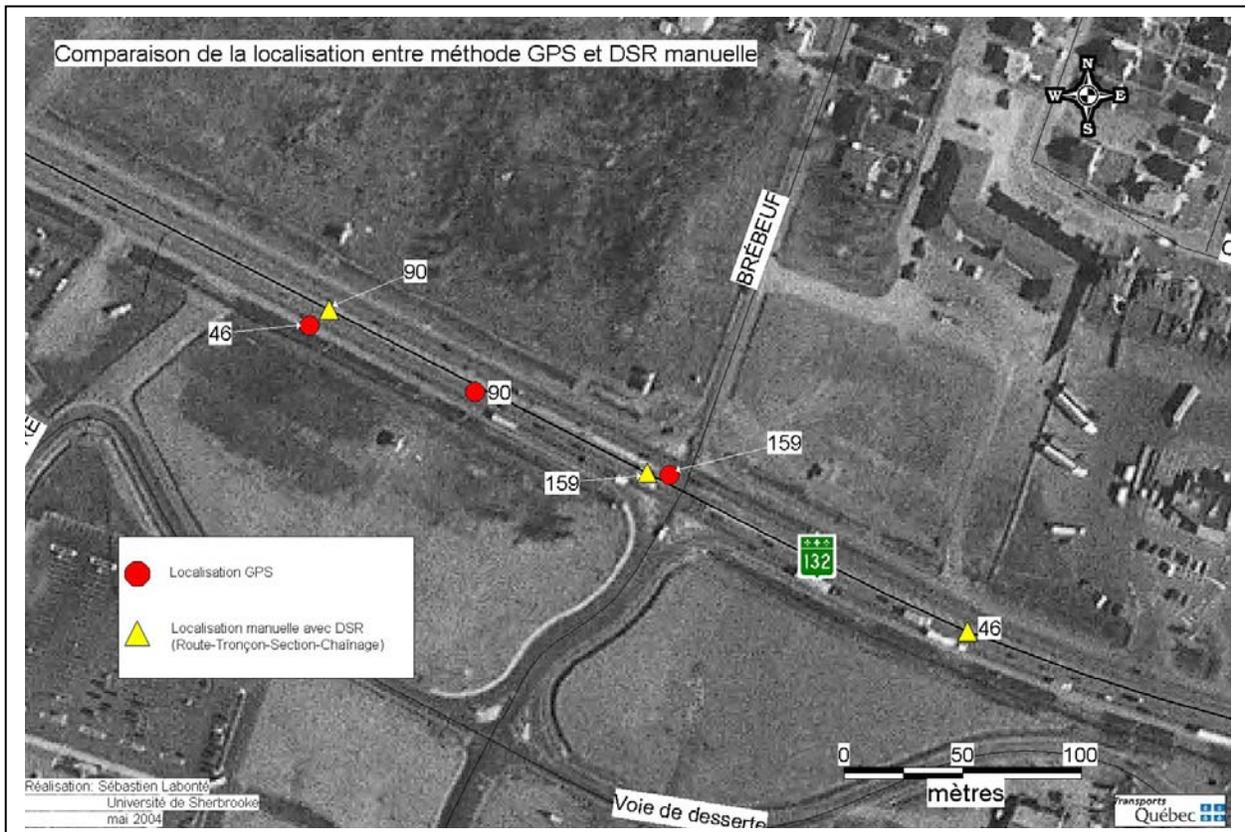


Figure 8 - Comparaison de la localisation entre la méthode GPS et DSR manuelle (route 132/Brébeuf)

En tout, trois accidents ont eu lieu à cet endroit lors de la collecte des données (figure 9). Les trois accidents sont localisés à l'intersection de la route 132 et de l'autoroute 30. La localisation de deux d'entre eux diffère. La localisation à l'aide du DSR place les trois accidents en plein centre de l'intersection. Or, l'accident 45 s'est plutôt produit à 145 mètres à l'ouest de l'intersection. Quant à l'accident 104, ce dernier s'est plutôt produit dans la bretelle d'accès de l'autoroute 30. Enfin, l'accident 3 est localisé à une position similaire à celle du GPS.



Figure 9 - Comparaison de la localisation entre la méthode GPS et DSR manuelle (route 132/autoroute 30)

4.2.2. GPS versus localisation automatique

La distance moyenne entre la localisation GPS et la localisation automatique à l'aide du DSR pour chaque accident est validée. Le tableau 4 présente la différence, en mètres, des deux méthodes, à l'exception des accidents survenus dans les stationnements. Or, la moyenne de la distance relative entre ces deux méthodes est de 113 mètres. En fonction de la position du GPS, 70,2 % des accidents présentent une erreur de localisation de plus de 20 mètres. Ensuite, compte tenu de certains nombres avec de grandes valeurs, la médiane a aussi été calculée. Cette dernière est de 33,5 mètres.

**Tableau 4 - Distance entre la localisation GPS et DSR automatique
(stationnement exclu)**

No d'accident	Distance	No d'accident	Distance	No d'accident	Distance
2	37 m	65	31	128	43
3	24	66	13	129	10
5	24	68	552	130	40
6	94	70	12	131	27
8	434	72	8	137	1000
9	50	73	35	139	10
16	8	74	11	140	32
21	35	75	24	141	11
25	97	76	35	142	98
26	0	78	53	143	1600
27	16	79	25	148	94
31	37	81	172	150	54
32	18	82	40	151	49
36	60	85	75	154	32
38	41	87	23	159	10
41	116	90	72	163	22
42	17	99	8	165	15
44	26	100	460	167	11
45	145	101	300	169	104
46	304	104	25	170	19
47	20	108	33	171	1411
48	32	113	51	172	0
49	11	116	132	174	0
57	54	117	16	176	418
58	15	119	96	179	32
59	45	122	75	181	34
60	67	125	48	182	14
64	25	127	29	183	19
Moyenne			113 mètres		
Médiane			33,5 mètres		

N.B. : Les numéros d'accidents manquants sont associés à des localisations non comprises dans l'étude (localisation associée à la criminalité).

Voici un exemple de la comparaison entre la localisation GPS et DSR automatique. Un seul aperçu est nécessaire pour démontrer la différence, car cette méthode est similaire à la localisation manuelle. En tout, quatre accidents ont eu lieu dans l'environnement immédiat de l'intersection de la route 132 et du boulevard Georges-Gagné (figure 10). Un parmi ceux-ci est situé à l'ouest de l'intersection et les trois autres à l'intersection même. Pour l'accident 25, le repère déterminé par le policier a été le « 59 route 132 ». Cependant, le caractère général pour ce repère peut nuire à la précision comme on peut le voir avec la localisation GPS. Pour les accidents 42, 65 et 139 on peut remarquer que le GPS permet d'observer le point d'impact de l'accident en question, et qu'il indique automatiquement dans quelle voie l'accident s'est produit, ce que la localisation automatique ne peut pas faire. En fait, avec le DSR, chaque accident localisé directement à l'intersection par les policiers se retrouve automatiquement au centre de l'intersection dans le SIG.

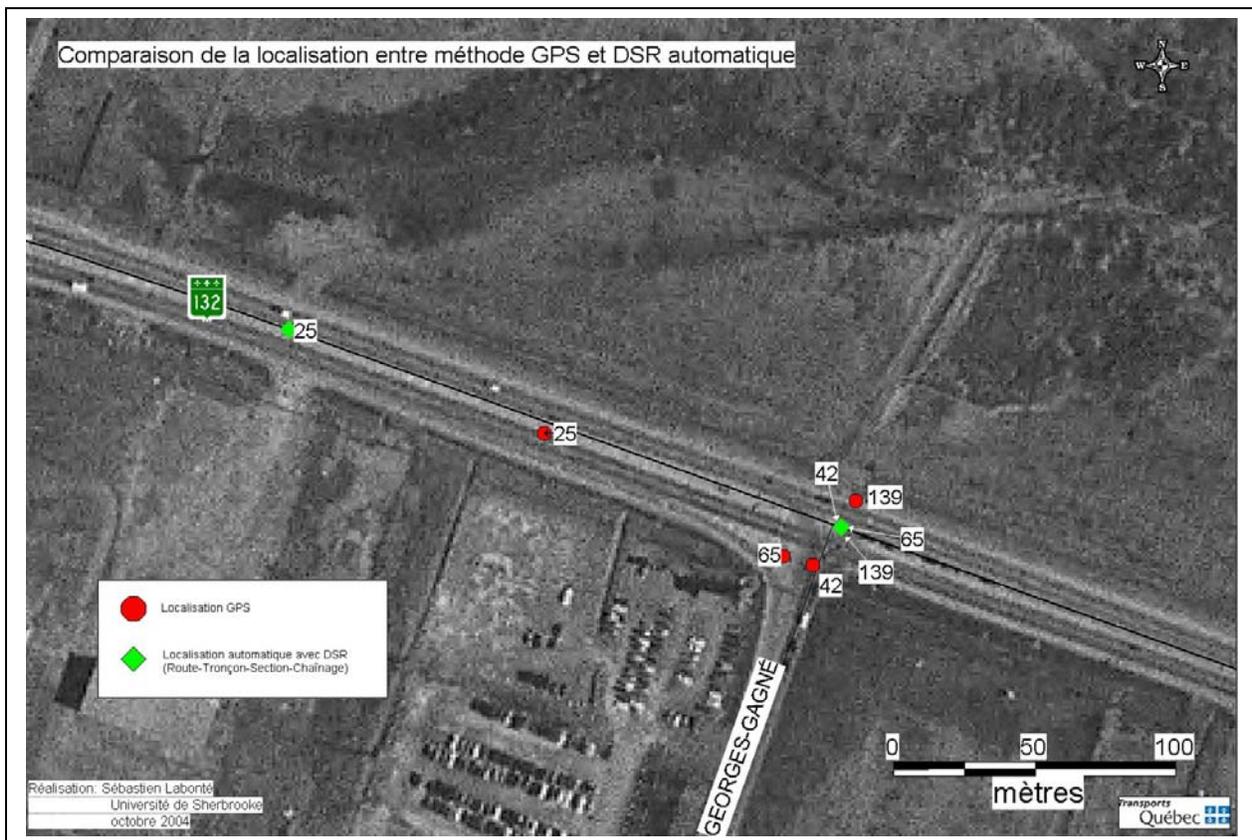


Figure 10 - Comparaison de la localisation entre la méthode GPS et DSR automatique (route 132/Georges-Gagné)

4.2.3. Localisation manuelle versus localisation automatique

En tout, 19 accidents sur 99 (19 %) pour la localisation automatique, possèdent un RTSC différent de la localisation manuelle. En général, c'est le positionnement automatique qui génère des imprécisions ou des erreurs dans la localisation finale de l'accident. Lorsqu'on localise de façon manuelle, il est possible d'interpréter, avec toutes les variables du rapport d'accident, l'endroit de l'accident. Cependant, ce n'est pas le cas avec la méthode automatique où c'est le DSR qui gère la localisation. Le tableau 5 présente les imprécisions et les erreurs commises avec la version automatique versus la version manuelle, tout en considérant l'entrée GPS comme le lieu exact du point de premier impact.

Tableau 5 - Erreurs ou imprécisions perçues lors de la localisation automatique

Raison des différences avec la localisation manuelle	Nombre fois perçue
Le Système a omis de calculer la distance par rapport au point de repère	11 (11 %)
Le système n'a pas localisé sur le RTSC	4 (4 %)
Localisation erronée (très grande imprécision)	4 (4 %)
Total	19

Le tableau 6 présente les différences entre la localisation manuelle et la localisation automatique, versus le positionnement GPS, quant à la moyenne et la médiane. À première vue, il est possible de constater que le mode automatique possède des plus grands niveaux d'imprécisions que la méthode manuelle. On pourrait attribuer ces divergences au caractère subjectif ou arbitraire de la localisation manuelle.

Tableau 6 - Différence entre la moyenne et la médiane pour la localisation manuelle et automatique versus GPS

	Moyenne	Médiane
Localisation manuelle	68 mètres	33
Localisation automatique	113	33,5

La figure 11 montre la difficulté de localiser dans l'environnement les bretelles d'accès d'une autoroute (accident 171). Le positionnement GPS (point rouge) permet de constater que l'accident est survenu à la fin de la bretelle. Avec la localisation manuelle à l'aide du DSR (triangle jaune), la localisation estimée la plus proche du point d'impact se trouve au début de la bretelle de l'autoroute 30, car aucun point de repère n'est présent dans la base de données relativement aux fins de bretelle. Cependant, il est impossible de le savoir lors de la localisation manuelle. Pour l'endroit cerné à l'aide de la localisation automatique (losange vert), c'est le DSR qui gère lui-même le positionnement avec les variables présentes sur le rapport d'accident. On peut remarquer que cette localisation est très loin du lieu de l'accident 171.



Figure 11 - Comparaison de la localisation entre la méthode GPS et traditionnelle (manuelle et automatique)

La figure 12 illustre 11 % des cas d'imprécision enregistrés avec la localisation automatique. Le point d'impact de l'accident 101 est survenu à 300 mètres au sud de la montée Fyfe sur la route 209. Le policier a bien inscrit sur le rapport d'accident à 300 mètres au sud de l'intersection ciblée, ce qui a permis de bien localiser l'accident manuellement (triangle jaune) à l'aide du DSR. Cependant, lorsque le DSR a positionné automatiquement (losange vert) l'accident, il n'a pas calculé la distance par rapport à l'intersection.

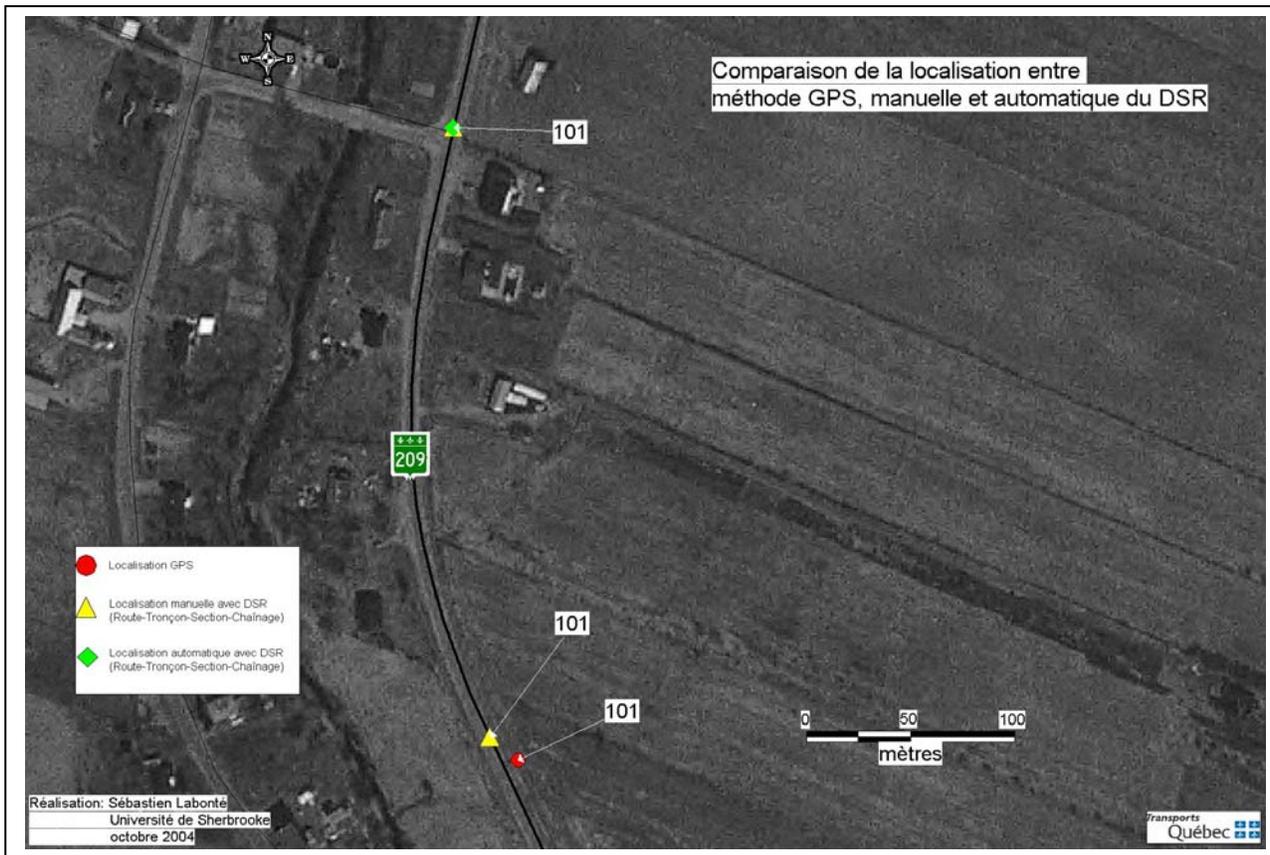


Figure 12 - Comparaison de la localisation entre la méthode GPS et traditionnelle (manuelle et automatique)

L'ensemble des résultats pour le réseau provincial démontre que la localisation à l'aide du GPS est très précise, alors que la localisation à l'aide du DSR (manuelle et automatique) permet un repérage macroscopique, qui s'avère parfois inadéquat. Plusieurs imprécisions surviennent lors de la saisie terrain, et même si la localisation terrain est exacte, la méthode par repère ne peut pas être aussi précise que la localisation GPS, comme le démontrent les résultats.

4.3. Comparaison du temps de saisie sur le terrain

Au mois de janvier 2004, un questionnaire est distribué aux policiers qui participent à l'étude, afin de connaître le temps de saisie sur le terrain selon la méthode utilisée (GPS et traditionnelle). Le tableau 7 illustre les résultats obtenus.

Tableau 7 - Moyenne du temps pris afin de localiser un accident

	Méthode traditionnelle (7 variables du rapport d'accidents)	Avec GPS déjà actif	Avec GPS qui doit être activé
Policier 1	30 sec.	30	90
Policier 2	20	5	75
Policier 3	30	30	60
Policier 4	30	30	90
Policier 5	60	30	90
Moyenne	34 sec.	25 sec.	81 sec.

Selon l'estimation des policiers, il faut en moyenne 34 secondes pour localiser les accidents avec la méthode traditionnelle. Lorsque le GPS est déjà en fonction et que le policier débute le processus de localisation, les policiers prennent en moyenne 25 secondes à localiser l'accident. Enfin, lorsque le GPS est activé par le policier à sa sortie du véhicule de patrouille, ce dernier met en moyenne 81 secondes pour localiser l'accident. Ceci est logique étant donné que le GPS utilisé prend environ 60 secondes avant d'être initialisé de façon adéquate.

4.4. Comparaison du temps de traitement des données

Pour ce type de comparaison, il est difficile de quantifier des résultats, car il s'agit d'évaluer l'évolution de la méthode traditionnelle et de la méthode GPS. Comme il a été mentionné dans la problématique, les méthodes traditionnelles de localisation d'accident, la localisation à l'aide du géocodage par tranches d'adresses civiques ou bien la localisation avec le DSR, sont au départ désavantagées par un délai de trois à six mois avant l'obtention des données (transcription par la SAAQ). L'une ou l'autre des méthodes requiert un temps considérable, plusieurs jours, afin de traiter les données et les problèmes de précision que l'on connaît. De plus, s'il y a accumulation de données qui doivent être localisées manuellement, le retard peut rapidement prendre de l'ampleur.

La combinaison du GPS et du SIG permet d'obtenir des données de localisation précises très rapidement. Les données sont accessibles quelques heures après la localisation terrain, directement sous format numérique. Ensuite, ces coordonnées peuvent être affichées dans un SIG en quelques minutes. Cela dépend de la méthodologie de transfert des données qui peut être développée par les intervenants du milieu (services policiers, SAAQ et MTQ).

4.5. Convivialité de l'utilisation du GPS.

En tout, cinq questions sont posées aux policiers relativement à la convivialité du GPS. Trois questions sont reliées au questionnaire de mi-projet, et deux au questionnaire de fin de projet.

Pour la question : Comment trouvez-vous l'utilisation du GPS? Trois policiers ont mentionné que le GPS est très facile d'utilisation et deux ont trouvé qu'il est facile d'utilisation (tableau 8).

Tableau 8 - Degré de facilité d'utilisation du GPS

	Très facile	Facile	Difficile	Très difficile
Policier 1	x			
Policier 2		x		
Policier 3	x			
Policier 4		x		
Policier 5	x			

Pour la question : Avez-vous rencontré des problèmes face à l'utilisation du GPS? Quatre policiers ont indiqué qu'il n'y a eu aucun problème et seulement un policier a mentionné qu'il a parfois eu des problèmes relatifs au captage des satellites.

Pour la question : Comment trouvez-vous l'utilisation du GPS pour la localisation des événements en comparaison aux méthodes de localisation présentement utilisées? Deux policiers ont mentionné que le GPS avantageait la localisation, et deux policiers ont indiqué qu'ils ne voient pas de différence (annexe C).

5. Impact de l'utilisation du GPS

5.1. GPS versus méthode par tranches d'adresses

La figure 13 représente la différence du positionnement entre la méthode GPS et la méthode par adresse civique. Ces figures permettent de bien comprendre la répartition spatiale des localisations effectuées à l'aide des deux méthodes. À première vue, les localisations sont très différentes selon la méthode utilisée, pour les raisons énoncées précédemment. La méthode par tranches d'adresses civiques ne permet pas d'obtenir une localisation précise avec la présente base de données. Elle peut amener à de mauvaises analyses de la part des gestionnaires par la suite. Pour le GPS, sa grande précision lui permet de cibler les zones à risques sans aucun problème ce qui permet aux intervenants de prendre les bonnes décisions.

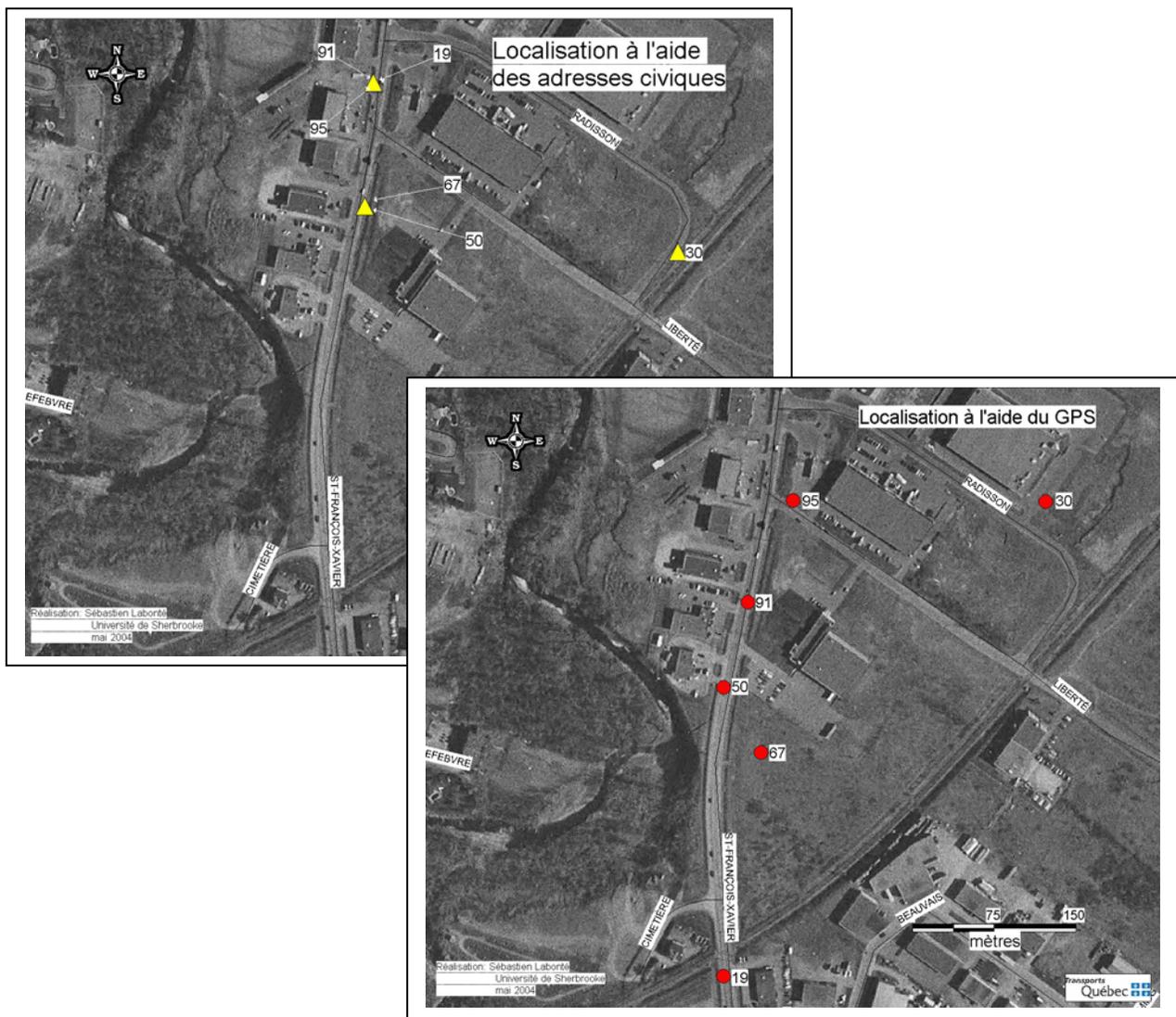


Figure 13 - Localisation par tranches adresses civiques et par GPS chemin Saint-François-Xavier

5.2. GPS versus méthode par point de repère (manuelle et automatique)

La figure 14 correspond également à l'analyse effectuée précédemment pour le réseau local. À la base, l'analyse de site est complètement différente par GPS versus la méthode manuelle et automatique, de même que les taux d'accidents selon la technique utilisée (taux souvent utilisé afin de cibler les zones à risques). Avec le GPS, la précision et la crédibilité des données permettent de dégager des analyses de confiance. À titre d'exemple, les accidents 21 et 36 de la localisation GPS (page 36) démontrent que les accidents sont survenus dans la bretelle d'accès. La méthode traditionnelle (manuelle ou automatique) ne permet pas d'obtenir ce niveau de précision. De plus, on peut remarquer à l'aide de la localisation automatique qu'aucune distance par rapport au point de repère n'est calculée pour les accident 8, 38 et 81. Enfin, ces résultats démontrent clairement, comme l'ont confirmé Regents of the University of California (2002) et McNight et al. (1997), que plus la gestion des bases de données est complexe, plus les risques d'erreurs sont élevés. La version automatique du DSR reflète ce constat.



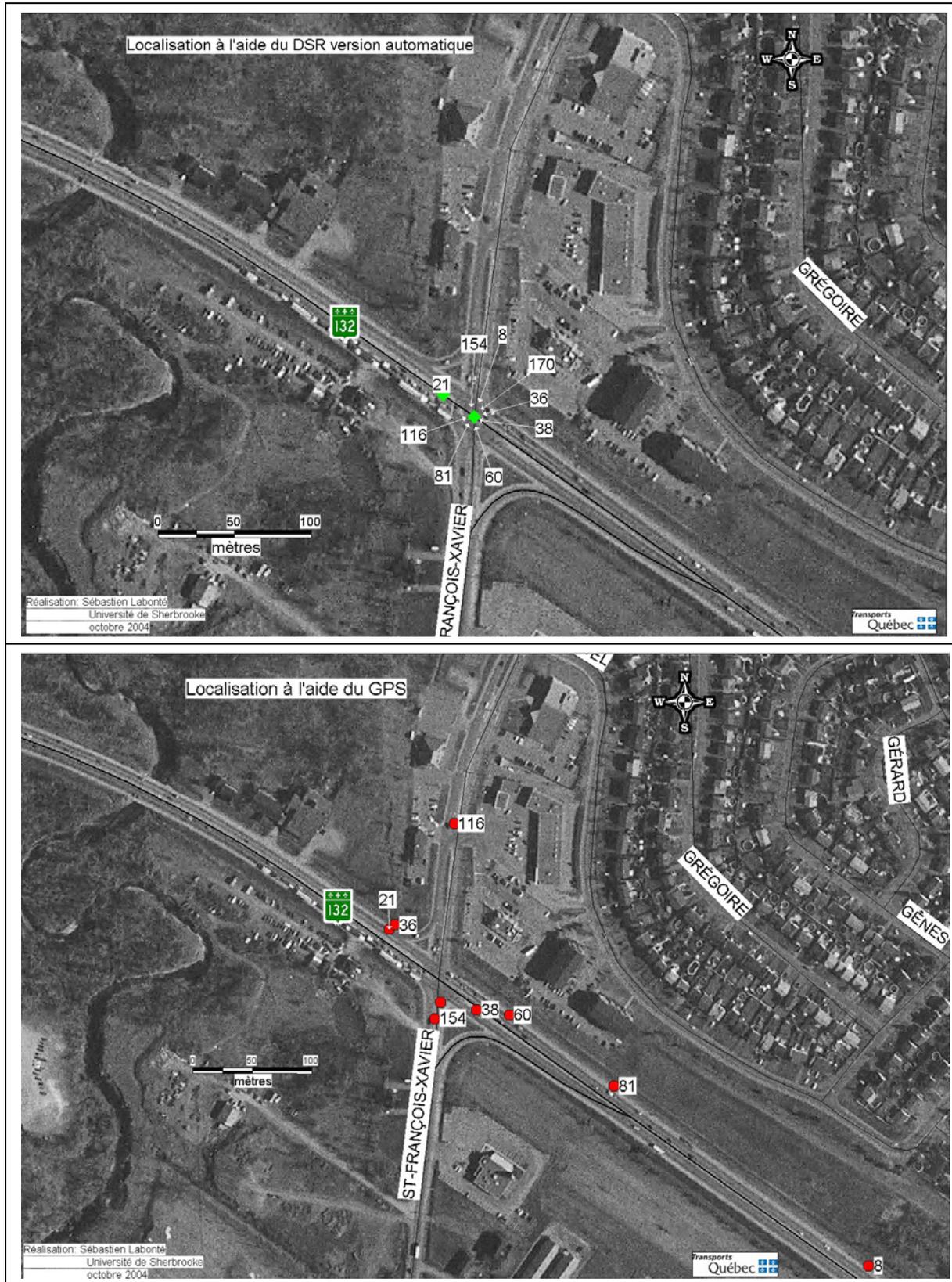


Figure 14 - Localisation par DSR et par GPS intersection route 132 et chemin Saint-François-Xavier

5.3. L'apport d'une plus grande précision

Selon Miller et Karr (1998), l'obtention d'une plus grande précision peut grandement influencer la façon dont l'accident est perçu dans son environnement. Parfois, les analystes peuvent avoir de la difficulté à catégoriser les accidents selon leur environnement (intersection, tronçon, bretelle d'accès, etc.). En général, selon les différentes normes, afin de cibler les zones à risques ou dangereuses, les analystes se basent sur une longueur prédéterminée pour un segment et sur un rayon prédéterminé pour une intersection à étudier. Le manque de précision dans la localisation peut donc influencer l'identification des zones dangereuses. Plus la précision est grande, plus il y a de chance de rattacher des informations pertinentes à la localisation, et ce, même s'il y a présence ou non d'un croquis d'accident ou des remarques additionnelles au rapport.

5.4. Coûts sommaires de l'implantation de la géomatique pour la RIPR

Il est possible de calculer ce que peut coûter l'achat d'un GPS et des accessoires requis, le logiciel cartographique, l'installation des appareils et la formation des policiers pour la Régie intermunicipale de police Roussillon (RIPR). Le tableau 10 résume bien ces coûts d'implantation pour les 17 véhicules à équiper et les 60 patrouilleurs à former. Bien sûr, ce tableau n'inclut pas le poste d'analyste que la RIPR devra créer pour diriger ce nouveau module d'opération en géomatique.

Tableau 9 - Estimation des coûts pour l'implantation de la géomatique à la RIPR

Item ou autre	Quantité	Unité (\$)	Coût total (\$)
Garmin® GPS 76	17	339	5763
Support pour automobile	17	35	595
Étui de transport	17	15	255
Adaptateur 12 volts	17	26,50	450
Câble de transfert des données	1	32	32
Licence MapInfo®	1	2000	2000
Fonds cartographiques ¹	N/A	N/A	N/A
Formation (60 policiers) ²	N/A	N/A	N/A
Coût des installations ³	N/A	N/A	N/A
Sous total			9 095 \$
Total			10 459 \$

Les prix font référence à ceux soumissionnés lors de l'achat à l'hiver 2003

¹ Il y a déjà collaboration et échange d'information entre la RIPR et le MTQ qui détient les fonds cartographiques.

² La formation peut être donnée à l'interne par l'analyste ou bien par les policiers qui ont déjà été formés pour le projet. Cette formation doit se faire en petit groupe (maximum 5) pour un meilleur suivi de la compréhension des patrouilleurs. En tout, 12 formations d'une demi-journée seraient nécessaires.

³ Les installations peuvent être faites par le préposé au soutien technique. On peut compter environ une heure par véhicule.

6. Conclusions et recommandations

6.1. Conclusions

La réalisation de cette étude a permis de bien explorer le sujet. Au niveau de la littérature et de la problématique, les auteurs sont catégoriques : les méthodes traditionnelles de localisation d'accidents sont des systèmes désuets et l'utilisation du GPS peut grandement optimiser l'aspect méthodologique de leur localisation. De plus, l'intégration du SIG peut faciliter la gestion et l'analyse des données.

La méthodologie préconisée est basée sur l'ensemble des recommandations des études antérieures. Cela a permis de bien diriger les travaux de recherche ainsi que de bien renseigner et former les policiers attirés à ce projet. S'il y a poursuite des activités pour la localisation des événements, avec GPS, quelques modifications devraient être apportées.

- L'ajout d'un coordonnateur analyste des opérations à la RIPR pour le bon déroulement de ces activités.
- L'établissement d'une méthode de transfert des données plus efficace devant être aussi développée.

Pour ce qui est des résultats obtenus, ces derniers sont très convaincants.

- La précision et l'exactitude du GPS éliminent toute estimation de la localisation en évitant les erreurs humaines. Toutefois, si le policier aperçoit dans l'environnement immédiat une adresse civique, il doit l'inscrire sur le rapport d'accident afin de valider l'entrée GPS, s'il y a enquête par la suite (accident grave ou mortel).
- Pour ce qui est de la localisation par tranches d'adresses civiques, le tout est possible, cependant la base de données doit être très fiable, ce qui demande un temps de confection considérable. Aussi, il ne faut pas oublier que la localisation en milieu rural est difficile, voire impossible, avec cette méthode. On doit donc se demander si l'investissement vaut le coup sachant à priori que la seule solution viable à long terme est le GPS.
- En ce qui a trait au DSR (localisation manuelle et automatique), l'ensemble du système est intéressant, mais il est loin de fournir un positionnement aussi précis que le GPS. L'estimation et les erreurs dans la localisation terrain, jumelés à l'association des points de repère, alourdissent considérablement cette méthode. Plus le processus de transfert des données est long et chargé, plus les chances d'obtenir une localisation imprécise augmentent.

- L'intégration des données GPS avec la base de données du DSR est la solution la plus plausible à court terme pour l'amélioration de la qualité des données d'accidents.

La prochaine avenue à étudier, pour améliorer la qualité des localisations d'accident, est l'ardoise électronique. Ce système intégré (portable) dans le véhicule de police peut remplacer tout formulaire d'acquisition de données en version papier, par des formulaires électroniques. Bien sûr, ce système peut inclure à la fois un récepteur GPS ou un SIG (pin-pointing) afin de colliger la localisation. Donc, deux types de systèmes peuvent être étudiés lors d'une prochaine recherche dans ce domaine. Voici un organigramme démontrant les deux méthodes qui peuvent être étudiées (figure 15).

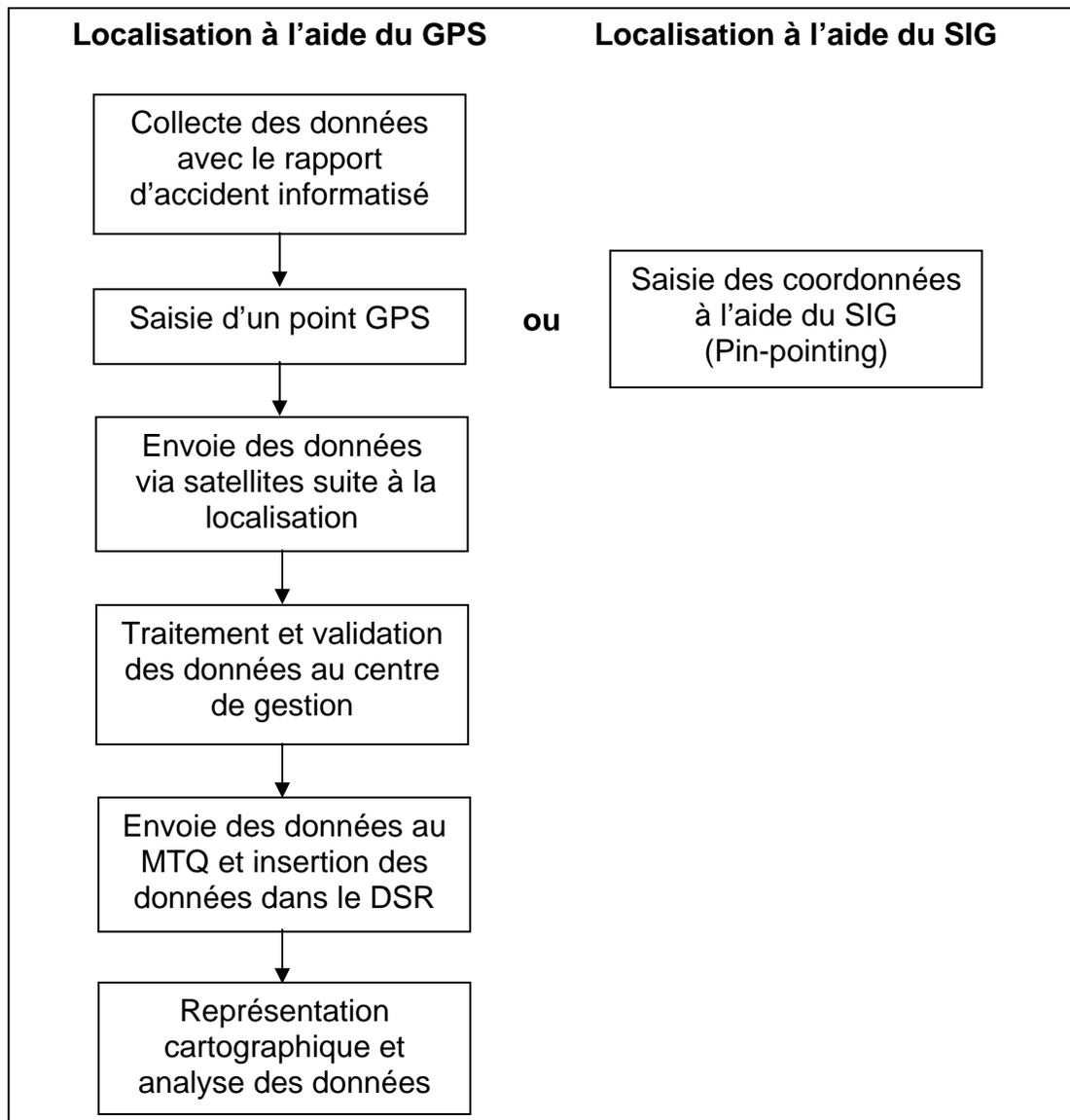


Figure 15 - Avenues à développer pour l'amélioration de la qualité des données d'accidents

L'implantation d'un tel système requiert la création d'un groupe de recherche réunissant les secteurs d'activités suivants : MTQ, SAAQ, Sûreté de Québec, Sûretés municipales et de même que les premiers répondants (ambulanciers et pompiers). Il est important d'informer et sensibiliser tous ces organismes aux nombreux avantages que peut apporter l'implantation de ces nouvelles technologies. D'autant plus que certains organismes utilisent déjà ces technologies. Cependant, il est aussi possible d'étudier ces avenues à petite échelle comme il a été fait avec le présent projet.

6.2. Recommandations

6.2.1. Partenariat entre le DTOM et à la RIPR

Depuis 2001, la Direction territoriale de l'Ouest-de-la-Montérégie (DTOM) et la Régie intermunicipale de police Roussillon (RIPR) travaillent en partenariat afin de bénéficier du partage de l'information et du savoir. À l'automne 2002, la DTOM a développé et mis sur pied, avec l'aide de la RIPR, le présent projet. Il est bien évident que pour en arriver à la réussite de ce projet ces deux organismes, qui sont fondamentalement différents au départ, ont intégré leurs objectifs communs. Ce partenariat est similaire à celui établi entre la Sûreté du Québec (SQ) et la Direction territoriale de la Côte Nord (point A.3.3. à l'annexe A) et au National Model aux États-Unis (point A.3.2. annexe A).

- Il est très important que la DTOM et la RIPR continuent de faire progresser ce partenariat afin d'avancer la recherche autant en sécurité routière qu'en gestion de la criminalité sur le territoire. Ce type de partenariat est un devoir à remplir pour la communauté, et il sert d'exemple auprès des autres régions du Québec.

Suite aux résultats et à l'expérience réalisée avec la RIPR, l'applicabilité de la technologie du GPS au sein d'un corps policier est très réaliste et prometteuse. Si les policiers sont bien formés et renseignés sur l'utilisation du GPS, il n'y pas de problème, à première vue, quant à l'intégration de cet outil. En ce qui concerne la convivialité du GPS, les policiers chargés du projet ont clairement mentionné qu'il n'y a aucun embarras relatif à l'utilisation technique du GPS. D'ailleurs, les policiers sont tous d'avis à poursuivre la localisation des événements à l'aide du GPS. Ils considèrent que cet outil est très avantageux à plusieurs niveaux, surtout pour la gestion du territoire. Cependant, avant d'implanter la géomatique au sein de la RIPR, des ententes devront avoir eu lieu avec la DTOM, afin que la DTOM bénéficie elle aussi de ce changement opérationnel. Le plus gros défi est le transfert des données entières entre les deux organismes.

- Afin que la DTOM puisse obtenir l'intégralité des données d'accidents, principalement le positionnement spatial des accidents, il est essentiel lors du transfert des coordonnées que le numéro d'événement de l'accident soit associé au positionnement spatial du GPS. De plus, en sachant que le rapport de police est en premier lieu placé à la RIPR, cette dernière qui envoie à la SAAQ tous les rapports d'accidents, doit aussi transmettre les rapports à la DTOM pour faciliter une analyse plus rapide des accidents.

Il est bien évident qu'avec la poursuite de ce partenariat, la DTOM et la RIPR sont en mesure de gérer et d'utiliser de nouvelles technologies, ce qui va automatiquement actualiser les connaissances et les méthodologies de travail de ces deux organismes. En maintenant étroitement ce partenariat, il est possible d'envisager d'autres études pour l'avancement de la recherche dans ce domaine.

- Comme il a été mentionné en conclusion, il serait intéressant d'expérimenter l'ardoise électronique intégrant un GPS pour la localisation.

6.2.2. À la DTOM

La DTOM, qui présentement supporte la RIPR pour le volet géomatique (cartographie), doit continuer à le faire. Il est important aussi que la DTOM continue à sensibiliser la RIPR, ainsi que des autres corps policiers sur leur territoire des avantages du GPS pour la localisation des événements.

6.2.3. À la RIPR

Il est bien évident que l'intégration de la géomatique requiert un investissement pour la RIPR (voir point 5.4 tableau 10). À cet effet, la RIPR doit informer l'ensemble des municipalités sur son territoire des bienfaits de la géomatique pour la gestion du territoire. Afin de bien renseigner les élus, la RIPR peut demander à la DTOM et au CORSUS d'offrir un support lors des séances d'information. Lors de ces rencontres, il est important d'insister sur deux aspects importants pour l'auditoire :

- Les avantages que peuvent procurer l'intégration des nouvelles technologies (GPS et SIG) pour la gestion du territoire à court, moyen et long terme, sont considérables. Dès les premiers mois d'opération, la localisation des événements (accident et criminalité) permet de tracer un portrait rapide des incidents survenus sur le territoire. À long terme, l'accumulation des données permet de réaliser des analyses de toutes sortes.
- En ayant davantage de données concrètes sur le territoire, il est possible par la suite de mieux informer les citoyens. Cela permet de faire de la prévention et de la sensibilisation auprès de sa propre communauté et cela avec des données concrètes.

Dans une éventuelle implantation de la géomatique au sein de la RIPR, cette dernière doit engager un analyste en géomatique.

- En premier lieu, l'analyste doit être capable à la fois de lancer le volet géomatique (choix des technologies, création des bases de données, analyses des données, création de rapports, etc.) et de maintenir le partenariat avec la DTOM. De plus, l'analyste doit former les policiers quant à l'utilisation du GPS et des nouvelles technologies implantées. Il devra donc faire le suivi et l'entretien des appareils. Il est très important que les policiers reçoivent un retour tangible des bienfaits du GPS pour la gestion du territoire.

6.2.4.1 Technologies à utiliser

Caractéristiques souhaitées du GPS

Voici les caractéristiques du GPS que doit rechercher la RIPR dans l'achat éventuel de cet équipement.

- Le GPS doit être facile à utiliser et à manipuler;
- Le GPS ne doit pas encombrer le policier lors de toute action routinière ou imprévue;
- Le GPS doit être muni d'un téléchargement automatique des données;
- Le temps d'acquisition des satellites doit être court;
- Le GPS doit avoir à la fois une alimentation par piles et par adaptateur 12 volts;
- Le GPS doit être muni d'un système WAAS pour une plus grande précision.

Pour ce qui est de la description technique du GPS convoité, ce dernier doit être au moins équivalent ou être une version améliorée du Garmin® GPS 76. La fiche technique du Garmin® GPS 76 est présentée à l'annexe B.

6.2.5. Développement éventuel d'un système de localisation avec GPS (RIPR, SAAQ et MTQ)

Comme il est décrit dans la méthodologie, les étapes effectuées pour en arriver à une comparaison des méthodes peuvent être similaires à celles qui sont souhaitables pour ce type de système de localisation. Bien sûr, des changements et des ajustements doivent être faits et la SAAQ doit participer à ce changement organisationnel. Voici la procédure que les intervenants peuvent envisager.

1. Relevé terrain par GPS;
2. Téléchargement des données GPS dans une base locale de données de la RIPR en ayant le jumelage automatique du point GPS et du numéro d'événement;
3. Transfert vers la SAAQ des rapports d'accidents, et en parallèle du relevé numérique des positions spatiales des accidents et des numéros d'événements;
4. À la SAAQ, parrainage du rapport d'accident avec les coordonnées géographiques du lieu de l'accident et le numéro d'événement;
5. Envoi au MTQ de l'ensemble des informations contenues dans les rapports d'accidents, incluant les coordonnées géographiques de l'accident;
6. Effectuer la localisation automatique des accidents en fonction des coordonnées géographiques sur le réseau du MTQ et municipal de la RIPR;
7. Représentation cartographique des entrées GPS.

Il est bien évident que l'application de cette méthode de localisation à l'aide du DSR facilite grandement l'utilisation des données sur le réseau municipal. De plus, ce processus, qui est le début d'une nouvelle ère dans la localisation d'événement, va permettre une économie, tant au niveau du temps de gestion, que des ressources humaines consacrées à l'ensemble de la localisation des accidents.

7. Références

Document, communication personnelle et site internet

ANDREASSEN, D. and CUSACK, S. *The Electronic Accident Report*, ARRB Transport Research, Vermont, Australia, 1996, 27 p.

BEAUDOIN, M. Communication personnelle. Ministère des Transports du Québec, Direction territoriale de l'Ouest-de-la-Montérégie, Québec, 2003, mbeaudoin@mtq.gouv.qc.ca

BADEAU, N. et al. *Projet d'identification et de priorisation des sites dangereux du réseau routier numéroté en Montérégie*, Résumé et présentation des sites prioritaires, Direction de la santé publique de la Régie régionale de la santé et des services sociaux en Montérégie, 1995, 240 p.

BANOS, A. Communication personnelle. Institut National de Recherche sur les Transports et leur sécurité, France, 2003, arnaud.banos@inrets.fr

BUTLER, C. R. *Utilizing Technology in Crash Record Systems. Institute of Transportation Engineers, Improving Transportation System Safety and Performance*, Monterey, 2001, CD-ROM

CANNON, E. *Positioning and Navigation with the GPS : Pushing the Limits*, Conférence sur le GPS, Sherbrooke, 2 octobre, 2003, professeur de l'Université de Calgary.

CARREKER, L-E., and BACHMAN, W. *Geographic Information System Procedures to Improve Speed and Accuracy in Locating Crashes*, Transportation Research Record 1719, Transportation Research Board, Washington D.C., 2001, p. 215-218

DANSEREAU, P. *Application d'un système d'information géographique pour l'analyse des accidents de la route et des caractéristiques physiques de l'environnement routier*, MRC du Haut-Saint-François, Mémoire de Maîtrise Département de géographie et télédétection, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, 1993, 196 p.

DEHAY, L. *La cartographie des accidents dans la Communauté Urbaine de l'Ille : deux niveaux d'analyse*, P. 3-6, in *Cartographie des accidents de la route : modes d'analyse et de représentation*. 1-2 octobre 1992, Faculté des lettres et sciences humaines Université de Franche-Comté, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Besançon, 1992, p. 3-6.

FAURE, A. et VERLUISE, F. *Cartographie des accidents en milieu urbain et systèmes d'information géographique*, 1-2 octobre 1992, Faculté des lettres et sciences humaines Université de Franche-Comté, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Besançon, 1992, p. 89-93.

Federal Highway Administration, *GIS-Based Crash Referencing and Analysis System*, HSIS Summary Report, Publication No FHWA-RD-99-119, Washington, DC, 1999, <http://www.fhwa.dot.gov/tfhrc/safety/pubs/99-081.pdf>

FLAHAUT, B. Communication personnelle, Centre d'Analyse spatiale et Urbaine, Université Catholique de Louvain, Département de géographie, 2003, flahaut@geog.ucl.ac.be

FLORIO, L. MUSSONE, L. and SAVINO, R. *An Analysis of Urban Vehicular Accidents through a GIS System in Order to Monitor and to Increase Safety*, Italy, 2003, 11p. <http://stratema.sigis.net/cupum/pdf/G19.pdf>

FRÉCHETTE, A. *Document de la présentation sur le National Model*, Ministère des Transports, Châteauguay, 2002, 10 p.

GOTTEMUKKULA, A. *Map interface for Iowa Department of Transportation's Access-Atlas*, P. 26-30, in 2000 Transportation Scholars Conference, Compendium of Papers, Iowa State University, Ames, 2000, p. 26-30.

GOUVERNEMENT DE LA FRANCE. *Le fichier national des accidents : une modernisation nécessaire*, Sécurité routière, République Française, 2003, http://www.securiteroutiere.gouv.fr/data/revue/revue134/dossier/dossier_trois.html

GREATTINGER, A. J. TIMOTHY, W. R. and MCFADDEN, J. *Evaluation of Inexpensive Global Positioning System Units to Improve Crash Location Data*, Transportation Research Record, no 1746, 2001, p. 94-101.

HAINCE, S. *Guide de l'utilisation de l'application de Diagnostic de sécurité routière, Service des programmes et coordination avec les partenaires*, Direction de la sécurité en transport, Ministère des Transports du Québec, Québec, 2001, 130 p.

International Association of Chiefs of Police, *A Model for Law Enforcement and Transportation Cooperation Leaves It's TraCS*, Volume 1, Numéro 2, Fall 2001, Virginia, Alexandria, 2001, 6 p.

Iowa Department of Transportation. *National Model, Statewide Application of Data Collection & Management Technology to Improve Highway Safety*, Iowa Department of Transportation, 2003, <http://www.dot.state.ia.us/natmodel>

JENSEN, M. *National Model, Statewide Application of Data Collection & Management Technology to Improve Highway Safety, Advancing Public Safety Through Technology Integration*, AAMVA Workshop, Colorado Springs, October 15, 2001, 9 p.

KEECHOO, C. And INCHEOL, P. *Traffic Accident With GIS and Statistical Package*, Proceedings of GIS-T 96, Geographic Information Systems for Transportation Symposium, March 31 – April 4 1996, Kansas City, Missouri, p. 352-362

KIM, K. LEVINE, N. NITZ L. *Development of a Prototype Traffic Safety Geographic Information System*, Transportation Research Record 1477, Transportation Research Board, Washington, D.C., 1995, p. 41-47.

KIM, K. et al. *Geographic information Systems Using CODES Linked Data: Using Outcome Data Evaluation System*, U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, DOT HS 809 201, Washington D.C., 2001, 40 p.

LEBLANC, E. Communication personnelle. Ministère des Transports du Québec, Direction territoriale de la Côte-Nord, Québec, 2003, eleblanc@mtq.gouv.qc.ca

MAURER, P. *The Localisation of Traffic Accidents in Urban Areas by Using Satellite Navigation Systems (GPS and GLONASS)*, KFB Conference, Division of Traffic Engineering, Department of Technology and Society, Lund University, Lund, 1999, 16 p.

MAURER, P. *Automation in Registering Locations of Traffic Accidents*, Institut fuer Verkehrswesen, Universitaet fuer Bodenkultur, Wien, 1999, <http://maurer.aquanet.at/pula.pdf>

MAURER, P. *A Worldwide Uniform System to Register Locations of Traffic Accidents – Only a Vision?* Universitaet fuer Bodenkultur, 10th International Conference, Traffic Safety on Two Continents, Malmö Sweden, September 20-22 1999, p. 111-127

MAURER, P. Communication personnelle. Arsenal Research, Business Area Transport Routes Engineering, Vienna, Autriche, 2003, peter.maurer@arsenal.ac.at

MCNIGHT, A. S. MOSHER, C. W. and BOZAK, D. J. *Evaluation of Emerging Technologies for Traffic Crash Reporting*, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, FHWA-RD-97-023, McLean, 1997, CD-ROM.

MILLER, J. *What Value May Geographic Information Systems Add to the Art of Identifying Crash Countermeasures?* Virginia Transportation Research Council, Charlottesville, VTRC-99-R13, 1999, 40 p.

MILLER, J.S. and KARR, D. *Experimental Application of Global Positioning System to Locate Motor Vehicle Crashes : Impact on Time and Accuracy*, Transportation Research Record, no. 1625, 1998, p. 41-49.

MILLER, J. S. *Geographic Information Systems: Unique Analytic Capabilities for the Traffic Safety Community*, Transportation Research Record, no 1734, 2000, p. 21-28

MORIN, D. POULIOT, M. et VANDERMISSEN, M.-H. *Le rapport de police et la localisation des accidents*, Colloque du GRIMES sur les problèmes méthodologiques relatifs aux données d'accidents routiers, 27 et 28 janvier 1994

National Highway Traffic Safety Administration. *State Crash Report Forms Catalog*, 1999 Update. U.S. Department of Transportation, 1999, 314 p.

National Model News. *Working Together*, Information and News About the National Model for Technology in Highway Safety and Law Enforcement, Juillet 2003, 2 p.

POULIOT, M. MORIN, D. et VANDERMISSEN, M.-H. *Les accidents de la route et les contraventions routières au Québec : analyse géographique*, The Canadian Geographer, vol. XXXVIII, no. 3, 1994, p. 229-239

Regents of the University of California. *Using GIS for Safety Database and Analysis*, Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley, 2002, <http://www.its.berkeley.edu/techtransfer/resources/newsletter/spring%202000/GIS.html>

ROCHE, J. *Geographic Information Systems-Based Crash Data Analysis and the Benefits to Traffic Safety*, 85-94, in 2000 Transportation Scholars Conference, Compendium of Papers, Iowa State University, Ames, 2000, p. 85-94.

SMITH, D. E., GERKEN, J. And MESCHER, P. *Collision Diagram Software Compatability with Iowa Accident Database*, Transportation Conference Proceeding, 1998, p. 216-220

SMITH, R. C. HARKEY, D. L. et Harris, B. *Implementation of GIS-Based Highway Safety Analyses : Bridging the Gap*, FHWA-RD-01-039, University of North Carolina, Chapel Hill, 2001, 44 p.

Société de l'Assurance automobile du Québec. *Dossier statistique bilan 2001*, Accidents, parc automobile, permis de conduire, 2002, 211 p.

Société de l'Assurance automobile du Québec. *Guide de rédaction du rapport d'accident de véhicules routiers*, 1996, 63 p.

SOULEYRETTE, R. R. and GIESEMAN, D. J. *Development of an Automated Crash-Location System for Iowa*, Iowa State University, Center for Transportation Research and Education, San Diego, 1999, http://www.bts.gov/programs/gis/BTSWEB/GIS-T_99/Session_23/232.html

THIBAUT, R. *Projet pilote de localisation des accidents routiers* Ministère des Transports du Québec, Direction des technologies de l'information, Québec, 1993, 19 p.

THNAY, C. *Comprehensive and Effective High Crash Location Analysis: Digital Database and GIS to a Quicker and More Accurate Solution*, ITE 2000 Annual Meeting and Exhibit, August 6 to 9, Nashville, Tennessee, 2000, 5 p.

TIGLACO, N. C. C. *Development of Traffic Accident Information System Using Geographic Information System (GIS)*, National Center for Transportation Studies, University of Philippines, Quezon, 1998, 5 p., <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/1998/ts11/ts11002pf.htm>

Union Européenne. *Galiléo Système européen de navigation par satellite*, Direction générale de l'énergie et des transports, 2003,
http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/galileo/index_en.htm

VANDERSMISSEN, M. H. MORIN, D. et POULIOT, M. *Normes d'accidents et procédure de localisation dans les municipalités de taille moyenne au Québec*, 1989-1993, Tome 2 du volet 1 : Identification des sites dangereux sur l'axe transquébécois et en milieu urbain, Coopératif de Recherche en Sécurité routière de l'Université de Sherbrooke, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, 1996, 135 p.

WILSON, D. L. *GPS WAAS Accuracy*, Kent State University, 2003,
<http://users.erols.com/dwilson/gpswaas.htm>

Références cartographiques

Les couches cartographiques utilisées dans MapInfo® et provenant du MTQ sont :

- DT_mun
- DT54_locales-rues (base de données Géocom mise à jour, mais non validée)
- DT54_ecuss10p
- DT54_rts
- DT54_Hyd_s_Plus
- DT54_Que_hydlv2
- SecteursPatrouille
- MTQ300_imp

Les orthophotos provenant du MTQ sont :

- 99801_11
- 99801_13
- 99801_15
- 99801_17
- 99802_11
- 99802_13
- 99802_15
- 99802_17

Deux logiciels sont utilisés afin d'extraire les données du GPS :

- GPS Utility version 4.10.5
- G7twin

Annexe A – Revue de la littérature

A.1. Méthodes traditionnelles de localisation des accidents

A.1.1. États-Unis

En 1999, le National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) a publié le « *State Crash Report Forms Catalog* », une mise à jour de 1995, afin d'inventorier les rapports d'accidents des 50 états, du district de Columbia, de Puerto Rico et des Iles Vierge. Le but de ce catalogue était de faire une comparaison des différents types de rapports d'accidents pouvant servir aux multiples organismes publics et privés.

Dans l'ensemble les méthodes pour la localisation des accidents sont pratiquement identiques d'un état à l'autre. Les variables les plus fréquentes sont l'identification du comté, de la ville, du numéro de la route, du *Milepost* (borne millétrique), de l'intersection (près de) et des *Nodes/Links* (nœuds et secteurs).

Parmi les variables énumérées précédemment, deux méritent d'être plus détaillées, soit la localisation avec le *Milepost* et les *Nodes/Links*. Ces méthodes utilisent un système de référence linéaire (Smith et al. 2001).

A.1.1.1. Système Route-Milepost

La localisation avec ce système est très utilisée aux États-Unis, surtout dans les *Departments of Transportation* (DOT). Le système de repérage est mesuré à partir d'un point déterminé, comme le début d'une route ou la limite d'une juridiction. À partir de ce point zéro, une série de marqueurs le long de la route identifient aux « miles » la distance parcourue depuis ce point. Pour la localisation des accidents, les États demandent, selon le marqueur le plus près, d'identifier au centième ou au dixième de mille l'endroit où l'accident s'est produit. Cette méthode permet d'obtenir une précision approximative de 15 à 150 mètres, si aucune erreur n'est commise (Smith et al. 2001).

A.1.1.2. Système Node/Link

Dans un système *Node/Link*, les intersections et les segments entre les intersections possèdent des attributs numérotés (figure 16). Les intersections se rattachent aux *Nodes* et les *Links* aux segments linéaires. Lors de la localisation des accidents, les patrouilleurs sont munis du réseau routier sous format cartographique où chaque intersection et segment sont numérotés. Si un accident se produit à une intersection, le policier a simplement à indiquer le numéro du *Node* correspondant sur le croquis. Si un accident se produit sur un segment, la localisation est mesurée à partir de l'intersection la plus proche, tout en attribuant le numéro du segment (Smith et al. 2001).

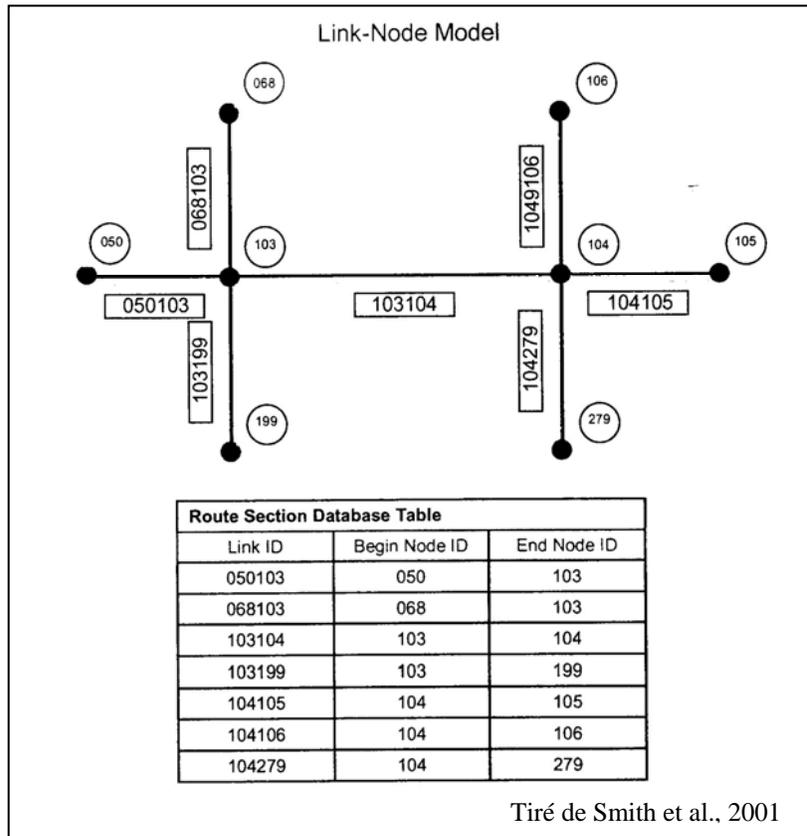


Figure 16 - Exemple d'un modèle Node/Link

Cependant, lorsque vient le temps d'analyser les accidents sur le réseau routier, plusieurs lacunes apparaissent dans ce type de système. Le gestionnaire qui désire consulter les accidents à un point précis doit en permanence se référer aux numéros attribués aux *Nodes/Links* et les inscrire dans le système qui gère la base de données. De plus, quand de nouveaux tronçons routiers s'ajoutent, de nouveaux numéros sont attribués aux *intersections et aux segments*. Ce principe amène à la longue un manque d'uniformité et de logique dans le système (Gottemukkula, 2000).

A.1.2. France

En général, la localisation des accidents en France est associée principalement à deux variables, soit à l'adresse civique en milieu urbain et à la distance aux bornes kilométriques en rase campagne (Banos, 2003). Présentement, selon Banos (2003), le processus de géocodage des accidents routiers n'a pas encore fait l'objet d'étude sérieuse. Cependant, les autorités françaises ont modifié, dans les dernières années, le Bulletin d'analyse d'accident corporel (BAAC). Bien que l'accumulation des accidents dans le fichier national soit un outil indispensable, celui-ci est lourd à gérer et long à produire des résultats. C'est pour cette raison qu'en 2002 le gouvernement français a simplifié le BAAC que les policiers doivent compléter seulement lors d'un accident avec lésion corporelle (Gouvernement de la France, 2003).

L'ancien BAAC, qui a 60 champs à compléter, est remplacé par une version plus courte. Maintenant, 45 rubriques sont à compléter, dont seulement 20 sont nécessaires pour un accident corporel qui ne présente pas de gravité. Ces changements visent à améliorer la qualité et la fiabilité des informations saisies. De plus, en visant une meilleure qualité des données, les autorités françaises espèrent obtenir une plus grande crédibilité dans la localisation des accidents (Gouvernement de la France, 2003).

A.1.3. Autriche

Depuis 1995, seuls les accidents avec blessures corporelles sont recensés par les autorités autrichiennes (Maurer, 2003). Voici donc, les méthodes utilisées en Autriche afin de localiser les accidents :

- le numéro de route avec un indicateur kilométrique (borne kilométrique);
- le numéro de route avec le numéro de route (aux intersections, s'il n'a pas de borne kilométrique);
- le numéro de route avec le numéro civique (seulement dans les milieux urbains, s'il n'a pas de borne kilométrique);
- coordonnées (grille autrichienne, 1 : 50000) avec le numéro de route.

Afin d'obtenir une uniformisation dans la collecte des données, la première méthode (numéro de route avec un indicateur kilométrique) est la plus appropriée pour la localisation des accidents. Cependant, les bornes kilométriques ne sont pas toujours disponibles dans les milieux urbains. Dans ce cas, les trois autres méthodes sont utilisées pour localiser les accidents. Selon Maurer (1999), l'uniformisation de la méthodologie d'enregistrement des relevés d'accidents, est très urgente. La solution qu'il envisage est la localisation des accidents avec l'aide du GPS.

A.1.4. Belgique

La méthode utilisée par les autorités belges est bien simple. Seuls les accidents avec lésions corporelles sont enregistrés par les policiers. Les accidents avec dommages matériels seulement sont traités entre les parties impliquées sans l'intervention de la police. Les accidents corporels sont localisés selon deux façons :

- le numéro de route associé avec la borne kilométrique pour les routes numérotées;
- le nom de la rue et le numéro de l'immeuble (adresse civique) pour les autres routes.

Selon Flahaut (2003), cette méthode de localisation n'est malheureusement pas fiable, car les policiers ne prennent pas nécessairement la peine de noter correctement les localisations. Plusieurs propositions ont été faites à l'Institut National de Statistiques, qui gère les formulaires d'accidents, afin d'améliorer la précision de la localisation. L'application du GPS est souvent mise en exemple. Cependant, il ne semble pas être facile de mettre en œuvre et en pratique l'utilisation du GPS (entente entre plusieurs

organismes, équiper tous les véhicules de police, formation, etc.). Selon Flahaut (2003), la technologie du GPS deviendra nécessaire dans le futur si l'on souhaite améliorer la qualité de l'enregistrement de la localisation des accidents routiers.

A.1.5. Résumé des méthodes traditionnelles

Que l'on soit en Amérique ou en Europe, les méthodes de localisation des accidents sur le terrain sont très similaires et à la limite, identiques. Les variables utilisées pour la localisation sont les points de repère (adresse civique, intersection et borne kilométrique) et les grilles à références spatiales. Toutefois, il y a plusieurs interrogations chez les intervenants quant à la crédibilité des méthodes traditionnelles pour la localisation des accidents.

A.2. Nouvelles technologies disponibles

A.2.1. Localisation des accidents avec le GPS ou le SIG

Aujourd'hui, que le GPS soit à la main (handheld) ou relié à un ordinateur (computer-based GPS), il est possible de localiser les accidents dans un rayon de quelques mètres suite à l'enlèvement de la disponibilité sélective depuis 2000 (brouillage des satellites). D'ailleurs une multitude de références bibliographiques considèrent que l'utilisation du GPS est inévitable dans le futur (Dehay, 1992; Thibault, 1993; Morin et al., 1994; Kim et al., 1995; Andreassen and Cusack, 1996; Maurer, 1999; McNight et al., 1997; Miller and Karr, 1998; Souleyrette and Gieseman, 1999; Miller, 1999; Greattinger et al., 2001; Kim et al., 2001; Flahaut, 2003; Florio et al., 2003). Selon Cannon (2003), l'évolution constante de la technologie du GPS est loin de s'arrêter. Avec la prochaine arrivée de Galiléo en 2008 dirigé par la Commission Européenne, et l'envoi de 30 satellites, la précision sera encore plus grande. En tout, près de 60 satellites, avec ceux de la Défense nationale américaine, seront en orbite. Cela va permettre d'obtenir une constellation géométrique des satellites supérieure, donc de recevoir automatiquement une meilleure position terrestre, et ce, surtout dans les milieux fortement urbanisés. De plus, l'avantage de ce nouveau système de positionnement est qu'il sera à la fois complémentaire à celui des Américains et indépendant. (Union Européenne, 2003).

Le SIG, le système au complet et non seulement le logiciel cartographique, est aussi capable de localiser sur le site même les accidents. Avec une cartographie détaillée à l'ordinateur, il est facile d'établir une excellente localisation. Le policier a simplement à pointer à l'écran, soit à l'aide d'un crayon digital ou d'un curseur, l'endroit exact de l'accident. Lors de la saisie, le système enregistre automatiquement les coordonnées géographiques dans une base de données. Ce type de processus est utilisé depuis longtemps, à l'exception qu'autrefois des punaises étaient placées sur une carte papier de grande dimension. Cette méthode de localisation est appelée le « *pin-pointing* ».

A.2.2. Traitement et l'analyse des données avec le SIG

Depuis le début des années 90, les SIG sont devenus un outil important et même indispensable pour le traitement et l'analyse des accidents (Miller, 2000). La répartition spatiale des accidents, selon leurs nombreuses caractéristiques, permet une analyse rapide et efficace. Il y a plus de dix ans, Faure et Verluise (1992), à l'aide des rapports d'accidents, ont réalisé des expériences sur la représentation des accidents dans un SIG. Les principaux aspects retenus ont été :

- la capacité de visualiser les proximités géographiques des risques;
- la possibilité de description et de relation des situations réelles des accidents sur le réseau routier à différents moments de la semaine ou de la journée;
- l'apport d'une valeur pédagogique et décisionnelle des simulations possibles en matière de planification et d'aménagement;
- la souplesse et la rigueur du système qui permet une mise à jour rapide des données et le croisement d'informations de nature différente.

Les intervenants suivants : FHWA, 1999; Maurer 1999; Florio et al., 2003, ont eux aussi évalué le SIG à des fins d'analyse des accidents. Les conclusions sont très similaires. Ils font d'ailleurs ressortir les points suivants :

- la capacité de gérer de grosses bases de données;
- la facilité d'analyser les relations spatiales des accidents;
- une cartographie permettant d'identifier facilement et rapidement la localisation des points noirs;
- l'intégration de divers types de données;
- la précision des données provenant du GPS.

De plus, le SIG, l'ensemble d'un système ou bien seulement le logiciel, peut faire différentes thématiques selon l'échelle voulue. Roche (2000) et Miller (2000) ont développé des systèmes capables d'offrir deux niveaux d'analyse, soit le macroscopique et le microscopique. L'application macroscopique permet d'analyser de grandes régions dans le but d'identifier les zones dangereuses sur un réseau routier. L'application microscopique permet quant à elle, une analyse au niveau du schéma d'accident relié à un point dangereux. Cependant, afin d'obtenir de bonnes analyses au niveau microscopique, il est impératif de posséder une localisation précise des accidents. L'utilisation du GPS peut répondre à cette demande.

Le Federal Highway Administration (FHWA) a aussi développé un SIG à la fin des années 1990. En tout, cinq programmes d'analyse ont été développés.

- *Spot/Intersection Analysis* : calcule et montre la disposition des accidents à l'intérieur d'un rayon;
- *Strip Analysis* : analyse les accidents sur un segment de route, exemple : 0,5 km;
- *Cluster analysis* : répertorie automatiquement les endroits problématiques, de concentration d'événement sur le terrain selon les taux demandés;

- *Sliding-scale Analysis* : analyse les segments de route selon une longueur demandée et peut rediviser ce segment pour une analyse plus approfondie;
- *Corridor Analysis* : analyse le long de segments, exemple : identification des accidents avec camion lourd sur un axe donné.

Comme on peut le constater, le SIG permet de traiter et d'analyser les accidents routiers de façon systématique ce qui sauve beaucoup de temps.

A.2.3. Combinaison du GPS et du SIG

Un système intégrant à la fois le GPS et le SIG est selon plusieurs, une combinaison idéale, afin de tirer profit des avantages de ces deux technologies. Miller (1999) et McNight et al., (1997) ont mentionné que l'utilisation du GPS par les policiers sur le terrain combinée au SIG conduit à une lecture plus rapide et contribue à une localisation plus précise et exacte.

A.3. Applications concrètes de la nouvelle technologie

A.3.1. Crossroads System, Californie (Regents of the University of California, 2002)

Les informations colligées avec les rapports d'accidents de l'état de la Californie sont maintenues dans la base de données *Statewide Integrated Traffic Records Systems* (SWITRS). Cette base de données est utilisée par les intervenants en sécurité routière (publics et privés) afin de faire les analyses nécessaires. Cependant, les informations rangées dans le SWITRS sont seulement accessibles quelques mois après l'événement d'un accident et les données sur la localisation sont souvent inadéquates.

Afin de pallier à ces lacunes, quelques villes de la Californie ont adopté le *Crossroads System*. L'ensemble de ce programme intègre un GPS pour la localisation des accidents et une version électronique du rapport d'accident. Ce programme est capable d'effectuer les tâches suivantes : collecte et classement automatique des données, correction des données d'accidents, interrogation et analyse des accidents, démonstration de schémas d'accidents et création de résumés et de rapports sur les accidents choisis. Le logiciel Arc View est utilisé comme outil cartographique pour la démonstration des analyses effectuées.

Selon les premiers utilisateurs du *Crossroads System*, les avantages de cet outil sont nombreux :

- le système est facile à utiliser et à comprendre;
- l'automatisation des données réduit le temps de travail des employés;
- les données sont facilement accessibles et se partagent avec les autres utilisateurs;
- les schémas d'accidents sont mis à jour automatiquement;

- la sélection d'un type d'accident (avec cyclistes ou piétons, selon le jour ou l'heure, et) est facile à gérer et à analyser;
- la qualité et la crédibilité des données sont améliorées;
- les analyses sont faciles à toutes les échelles.

A.3.2. National Model

A.3.2.1. Informations générales

Le *National Model for the Statewide Application of Data Collection & Management Technology to Improve Highway Safety* est un programme national regroupant diverses technologies sur le partage de l'information et des ressources. Les agences participant à ce programme sont le Federal Highway Administration (FHWA), le National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), le Federal Motor Carrier Safety Administration (FMCST) ainsi que les différents DOT qui y ont adhéré depuis le lancement de ce système. Ce programme permet notamment d'améliorer la saisie, le traitement et l'analyse des données des accidents routiers. Les technologies utilisées sont les ordinateurs à crayon digital, les ordinateurs portables, les lecteurs de code barre, les caméras digitales, le GPS et le SIG. Le tout est relié à un système de communication via satellite. (Iowa Department of Transportation, 2003).

Le développement de ce système a débuté en 1994. À l'époque ce système s'appelait le *Mobile Accident Reporting System* (MARS). Avec le temps et l'ajout de nouvelles fonctionnalités, le Traffic and Criminal Software (TraCS) a vu le jour en 1998. Cet outil complet permet la rédaction informatique des rapports policiers : rapport d'accident, constat d'infraction, rapport d'inspection de véhicule, rapport pour conduite en état d'ébriété, rapport d'événement et tout autre type de rapport (Fréchette, 2002). En juillet 2004, 23 états américains travaillaient ensemble avec le National Model (National Model News, 2004).

A.3.2.2. Fonctionnement de la saisie, du traitement et de l'analyse des données

L'ensemble du fonctionnement de ce système repose essentiellement sur trois outils qui permettent de remédier aux problèmes de localisation soit le GPS, le SIG et le rapport informatisé de l'accident. Lorsque le policier arrive sur les lieux d'un accident, ce dernier a simplement à compléter le rapport informatisé selon les champs demandés. Si jamais une erreur est compilée, le système lui en fait mention. Lorsqu'il est temps de localiser l'accident, le GPS trouve la coordonnée et la transmet au SIG. Par la suite, le SIG affiche la carte correspondant à la zone et indique la position exacte de l'emplacement de l'accident. Le policier doit valider cette information (Fréchette, 2002). Avec le rapport d'accident informatisé, toutes les informations sont automatiquement incorporées dans une base de données qui est ensuite envoyée au bureau de gestion du DOT. Le DOT valide immédiatement les informations reçues et s'il y a des erreurs, il renvoie les informations erronées pour être corrigées (figure 17).

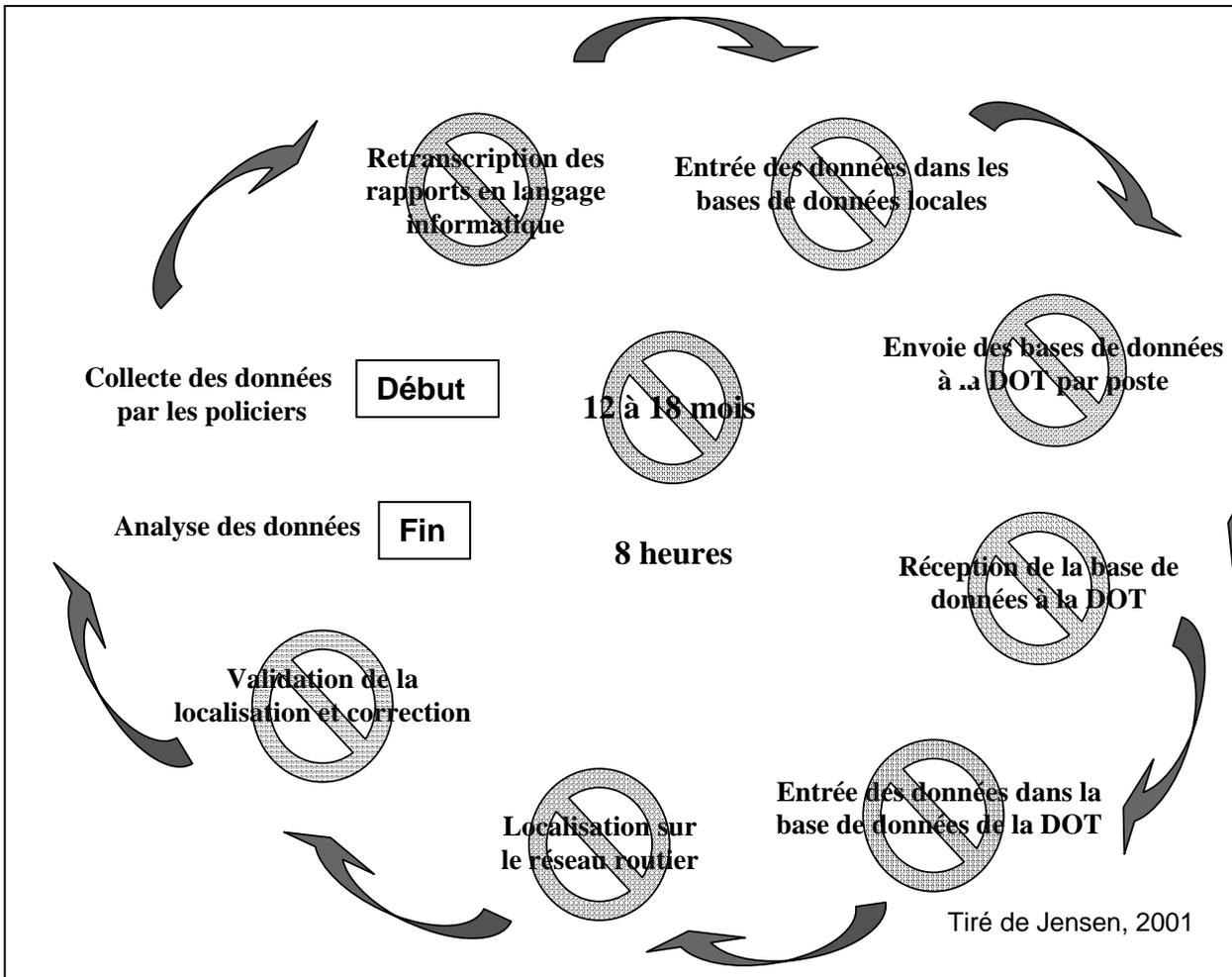


Figure 17 - Cycle de vie pour la collecte et l'analyse des données avec le TraCS

Le système TraCS permet une analyse en seulement quelques heures (figure 2). Auparavant, l'analyse des accidents pouvait se faire entre 12 et 18 mois après l'événement. Aujourd'hui, l'ensemble du processus demande huit heures à partir de la saisie jusqu'à l'analyse potentielle des données (Jensen, 2001).

En résumé, le TraCS répond entièrement aux besoins identifiés. Il améliore la précision et l'exactitude des données d'accidents. Cela permet d'obtenir une analyse beaucoup plus efficace (Fréchette, 2002).

A.3.3. Exemple de la Direction territoriale de la Côte Nord (Leblanc, 2003)

Depuis juin 2002, la Direction territoriale de la Côte Nord, en collaboration avec la Sûreté du Québec (SQ), localise les accidents en zone rurale, à l'aide de GPS. Les accidents localisés par GPS sont uniquement ceux qui se produisent sur le réseau du MTQ. La justification de ce projet est reliée au manque de points de repère visuels pour la localisation dans le milieu rural. Selon Leblanc (2003), la localisation avec des GPS

dans ces milieux permet une plus grande précision et des analyses plus précises. Le GPS utilisé est le Garmin® Etrex. Ce dernier localise avec une précision de 15 mètres. Le procédé utilisé par les policiers pour la localisation avec le GPS est simple. Si le policier n'aperçoit aucun point de repère dans l'environnement immédiat du site de l'accident, il saisit un point GPS. Depuis quelques années, la SAAQ a ajouté un espace sur le rapport d'accident pour transcrire des données provenant d'un positionnement par GPS. Un policier peut donc inscrire des coordonnées géographiques (longitude, latitude) sur le rapport pour localiser les accidents. Toutefois, Leblanc (2003) mentionne que des erreurs de retranscription sont commises à l'occasion. En fait, les policiers doivent inscrire plus de sept chiffres pour la latitude et la longitude (degré, minute, seconde, 1/1000 seconde) ce qui exige une certaine précaution lors de la transcription des données.

Il est important de mentionner que le policier n'a pas à compléter les variables de localisation sur le rapport, puisque la localisation du GPS prend la relève. À l'inverse, si un accident se produit en milieu urbain aucune localisation ne se fait à l'aide du GPS. Selon Leblanc (2003), environ de 30 à 35 % des accidents sur l'ensemble de la DT sont localisés avec le GPS.

Cet exemple nous permet, encore une fois, de réaliser que la localisation des accidents à l'aide du GPS devient de plus en plus nécessaire afin de rendre les analyses plus fiables et précises et ainsi, mieux cibler les interventions à effectuer.

A.4. Études comparatives

A.4.1. McNight et al., 1997

Cette étude, initiée par le FHWA, est réalisée avec la collaboration de quatre États (Iowa, New Jersey, Washington et Wisconsin). Le but de cette recherche est d'évaluer les nouvelles technologies disponibles pour la localisation et l'analyse des accidents routiers. Plusieurs technologies sont expérimentées, mais le GPS et le SIG sont plus particulièrement étudiés.

Problématique de départ

Même s'il y a eu une demande et des efforts afin d'améliorer la collecte et la consolidation des données d'accidents dans les dernières années, il reste encore place à l'amélioration. L'utilisation du rapport d'accident version papier, selon la méthode de localisation demandée, est principalement la cause du manque de précision, de finition et le temps alloué pour le traitement des données qui est beaucoup trop élevé avec cette méthode.

Objectifs

Les objectifs de départ émis par le FHWA sont regroupés sous trois thèmes. D'abord, aider à coordonner et à démontrer comment développer les technologies qui pouvaient être applicables pour la collecte des données d'accidents. Le FHWA a évalué la

crédibilité des données, la précision, le temps pris pour la collecte des données et vérifier l'acceptation des policiers envers cette nouvelle technologie.

Méthodologie pour le déroulement de la collecte des données

Avant d'entreprendre la collecte des données, les policiers sont formés et se familiarisent avec l'équipement pendant deux mois, afin d'éviter les erreurs lors de la collecte des données. Le déroulement de la localisation est relativement simple. Quand les policiers arrivent sur le site d'accident, ils doivent activer immédiatement le GPS. Pour la localisation avec le GPS, ce dernier est branché à un ordinateur, d'où il est possible d'amasser les données sous format électronique. Les patrouilleurs doivent ouvrir la base de données et une nouvelle fiche d'accident. Avant, pendant ou après la collecte des données, le point GPS peut être pris. Pour la localisation avec le SIG, le principe est le même. Cependant, la localisation des accidents est faite à partir d'une carte du réseau routier géoréférencée et le policier doit pointer à l'écran l'endroit exact de l'accident. C'est le premier point d'impact de l'événement qui est retenu pour la localisation.

Méthodologie d'analyse

Afin d'évaluer les systèmes à l'essai, quelques méthodes d'analyse sont mises au point : la comparaison de la précision du GPS et du SIG, la comparaison du rapport d'accident version papier versus celle de l'électronique et le temps de saisie.

En ce qui concerne l'état de précision du GPS et du SIG, les chercheurs veulent connaître laquelle de ces deux technologies est la plus précise. Dans le but d'obtenir une valeur de précision, les policiers localisent avec le GPS ou le SIG, et ce, dépendamment de l'équipement qu'ils doivent évaluer. Par la suite, un second intervenant retourne sur les lieux de l'accident afin de reprendre les coordonnées au même endroit. De cette façon, il est possible de calculer le niveau de précision des données recueillies, avant et après.

Concernant la comparaison du rapport d'accident version papier versus la version électronique, l'analyse s'est basée sur la précision et la crédibilité des deux méthodes. En fait, les chercheurs se sont appuyés sur le nombre d'erreurs cumulées selon les méthodes. Les policiers devaient remplir en premier lieu le rapport d'accident version papier et ensuite la version électronique. Ce procédé permet de donner le temps nécessaire au GPS intégré de localiser les satellites, d'identifier sa position et de la transférer au rapport électronique.

Enfin, le temps pris pour la collecte des données selon chaque équipement étudié est indiqué par les policiers.

Résultats

Concernant l'évaluation de la précision du SIG et du GPS, l'état de l'Iowa a expérimenté le GPS avec un traitement différentiel. La différence entre les deux relevés GPS, soit la

localisation du policier et par la suite avec la seconde localisation d'un intervenant, est en moyenne de 86,67 mètres pour les 415 accidents colligés. Pour la précision du SIG, il y a une différence de 58,47 mètres entre la localisation du policier et du second point pris par l'intervenant. Pour l'état de Washington, les moyennes de différence entre le premier et le second point sont de 1 333 mètres pour le GPS (sans différentiel) et de 876 mètres pour le SIG. La grande différence entre le premier (pris par le policier) et le second point (second retour sur les lieux par un intervenant) pour l'ensemble des sites à l'étude s'explique principalement par les raisons suivantes : le temps nécessaire au GPS d'identifier sa position (le second intervenant a un temps illimité pour la localisation) et les connaissances de l'équipement à évaluer sont plus développées chez le deuxième intervenant.

En ce qui a trait aux résultats relatifs à la précision et l'entièreté des rapports d'accidents versus le rapport informatisé, les faits sont intéressants. Sur 475 accidents répertoriés sous format papier et sur 478 accidents colligés sous format informatique, le pourcentage des rapports n'ayant aucune erreur est de 7 % pour la version papier et de 36 % pour la version électronique. Concernant la précision de la localisation, les auteurs ont remarqué que cette dernière est semblable pour les deux méthodes, cependant les erreurs sont beaucoup plus fréquentes dans la version papier. Effectivement, 25 % des données de localisation avec la version papier sont soit manquantes ou inexactes à comparer à 4 % pour la version électronique. Selon les auteurs, la différence entre les deux méthodes provient de l'interaction que l'utilisateur pouvait avoir avec le format informatique. En fait, les policiers ont avoué que la version informatique les aide à remplir plus adéquatement l'ensemble du rapport d'accident.

Les résultats relatifs au temps de saisie des données sont très variables selon les états. Pour l'état de l'Iowa la version électronique a pris en moyenne 40 minutes de plus à compléter que la version papier. Pour l'état de Washington la version électronique a pris dix minutes de plus que la version papier. Enfin, pour l'état du Wisconsin la version électronique a pris deux minutes de moins à compléter que la version papier. Selon les auteurs, l'écart important entre les deux méthodes est dû au manque d'expérience relative à la manipulation des équipements de saisie. Avec le temps, les policiers sont capables de se familiariser davantage avec l'équipement ce qui réduira le temps de saisie des données.

Conclusions

En tout, 74 % des policiers se sont déclarés en faveur du concept de l'intégration de la nouvelle technologie (GPS, SIG et rapport d'accident informatisé) pour la localisation et l'analyse des accidents routiers. Selon eux, l'utilisation de ces appareils est bénéfique et éventuellement inévitable. De plus, l'étude a démontré que l'application du GPS et du SIG est très prometteuse dans le domaine de la sécurité routière et éventuellement facilitera le travail des policiers. Enfin, les auteurs préconisent la formation des policiers avant de débiter toute étude relative à l'expérimentation des nouvelles technologies. En ayant des policiers bien formés, la qualité des rapports en sera d'autant plus augmentée.

A.4.2. Miller and Karr, 1998

Problématique

Selon les auteurs, la localisation des accidents routiers est souvent réalisée à partir de points de repère prédéterminés. Néanmoins, l'analyse des accidents dépend en partie de la précision de cette localisation. Afin de pallier à cette lacune, le GPS a le potentiel d'augmenter la précision de la localisation et de réduire le temps passé sur un site d'accident.

Objectifs

Les deux principaux objectifs de cette étude sont d'expérimenter la précision du GPS et de la comparer à la méthode conventionnelle ainsi que de connaître le temps nécessaire à la saisie des données avec la méthode GPS et méthode traditionnelle.

Méthodologie

La méthodologie utilisée dans ce projet se regroupe en trois étapes. La première étape développe et implante une procédure pour la collecte des données avec le GPS. À cet effet, la création d'un questionnaire afin de vérifier le temps et le niveau de précision est effectuée. En tout, trois sections sont comprises dans le questionnaire : une section sur la méthode conventionnelle, une autre sur la localisation des trois points de localisation et la dernière sur les informations concernant le GPS. Il est entendu que les accidents sont localisés selon trois points : l'événement initial, le premier point d'impact et la localisation finale. Cette méthode de localisation est très peu étudiée, c'est pourquoi les auteurs veulent analyser l'impact de prendre trois points de localisation pour chaque événement.

La deuxième étape consiste à analyser la localisation selon les deux méthodes. L'analyse des auteurs a porté sur la précision des trois points de localisation et sur le temps de la saisie des données de localisation. Enfin, comme dernier élément de la méthodologie, les chercheurs représentent cartographiquement les accidents pour les analyser.

Résultats

Deux résultats importants ressortent de l'étude. Tout d'abord, la distance entre les trois points de localisation est calculée, peu importe la méthode utilisée pour localiser. Le tableau 11 nous indique ces résultats. Comme on peut le constater, la différence en distance entre les trois points de localisation est minime. En fait, la distance entre l'événement initial jusqu'à la position finale est de 11 mètres en moyenne. Pour la précision de la méthode traditionnelle versus le mode GPS, il y a une différence en moyenne de 39 mètres par rapport au point de repère ciblé entre les deux méthodes. Les chercheurs spécifient que la capacité de précision du GPS est de l'ordre de deux mètres.

Tableau 10 - Moyenne des distances entre les trois points de localisation (événement initial, premier point d'impact, localisation finale)

Application	Moyennes des distances
1 ^{er} événement initial à position finale	11 m
1 ^{er} événement initial au 1 ^{er} point d'impact	10 m
1 ^{er} point d'impact à position finale	5 m

Tiré de Miller et Karr (1998, p. 44)

Ensuite, le deuxième résultat important est celui du temps de saisie des données de localisation. Si l'accident est calculé selon un seul point, le policier a localisé l'endroit du point d'impact et ensuite il a mesuré la distance relative au point de repère déterminé (GPS et conventionnelle). Si l'accident est calculé selon les trois points, le policier a localisé les trois points et a ensuite mesuré la distance entre les trois points GPS et conventionnelle). Dans l'ensemble, la méthode du GPS a pris en moyenne dix minutes de plus pour la localisation des accidents. Par contre, l'utilisation du GPS a enlevé toute possibilité d'erreur reliée à l'identification de la localisation par la méthode des points de repère. Le tableau 12 illustre bien les résultats obtenus.

Tableau 11 - Temps nécessaire afin de localiser et de mesurer les accidents avec la méthode conventionnelle et avec la méthode des GPS

Application	Moyenne des temps utilisés
Temps afin de localiser l'accident en un seul point (méthode conventionnelle et GPS)	2,5 min.
Temps afin de mesurer l'accident en un seul point (méthode conventionnelle)	4,7 min.
Temps afin de localiser l'accident en trois points séparés (méthode conventionnelle et GPS)	5,9 min.
Temps afin de mesurer l'accident en trois points séparés (méthode conventionnelle)	5,1 min.
Temps afin de mesurer l'accident en trois points séparés avec le GPS	11,4 min.

Tiré de Miller et Karr (1998, p. 44)

Recommandations et conclusion

Selon les auteurs plusieurs points importants doivent être mentionnés à la suite de la réalisation de cette étude.

- L'échantillon utilisé pour l'analyse de ce projet est limité. En tout, 32 accidents sont répertoriés.
- L'utilisation du GPS demande en moyenne dix minutes de plus pour la localisation des accidents. Cependant, avec l'amélioration constante des logiciels, des GPS et des techniques de travail, le temps requis pour la

localisation va diminuer, pour éventuellement être plus rapide que la méthode actuelle.

- Si jamais dans le futur une nouvelle méthode pour la localisation des accidents est utilisée, il est important d'informer les policiers des bénéfices réels de ces changements. L'utilisation du GPS augmente présentement le travail du patrouilleur, mais c'est un nouveau produit, il y a donc adaptation. Les efforts supplémentaires se traduiront éventuellement par des économies importantes.
- Lors de la création d'un questionnaire destiné aux policiers afin d'accumuler des informations supplémentaires, il est important que ce questionnaire soit le plus simple possible. Plusieurs erreurs ont été commises par les policiers. En fait, le peu de temps dont disposent les policiers sur le site d'un accident est un des facteurs explicatifs des informations erronées. Dans ce cas, un ajout d'un espace dans le rapport d'accident afin d'indiquer les coordonnées géographiques serait une option à considérer.
- Le positionnement avec les trois points de localisation n'a pas nécessairement influencé l'évaluation de la précision de l'emplacement de l'accident. Le peu de distance entre ces trois points ne justifie pas leurs relevés. Dans le cas où seulement un point de localisation serait à prendre, l'événement initial (qui peut être aussi le 1^{er} point d'impact) semble être approprié pour la localisation des accidents. Cependant, davantage de recherche doit être fait dans ce domaine selon les auteurs.

A.4.3. Greattinger et al., 2001

Problématique

En général, la localisation des accidents est identifiée selon la méthode du *milepost* ou bien avec les intersections, s'il y a lieu. La méthode du *milepost* peut donner, selon les auteurs, des erreurs de localisation jusqu'à deux kilomètres. Afin d'analyser les accidents visuellement à l'aide de moyen informatisé, le DOT de l'Alabama représente chaque accident sur une droite verticale où chaque « mile » est identifié. Tous les accidents répertoriés sont donc placés sur cette droite selon la localisation avec le *milepost*, ce qui permet de voir approximativement les zones dangereuses sur le réseau. Cependant, lors de la localisation sur le terrain, les policiers vont habituellement localiser les accidents directement au *milepost* dans le but de sauver du temps. Ce processus rend plus difficile l'analyse des vraies zones dangereuses, puisque sur la droite verticale tous les accidents sont concentrés au *milepost* respectif (figure 18). En plus de ces lacunes, les erreurs humaines lors de la collecte des données sont fréquentes. Dans cette optique, une recherche est lancée par The University Transportation Center for Alabama afin d'augmenter la précision des données avec l'aide de GPS.

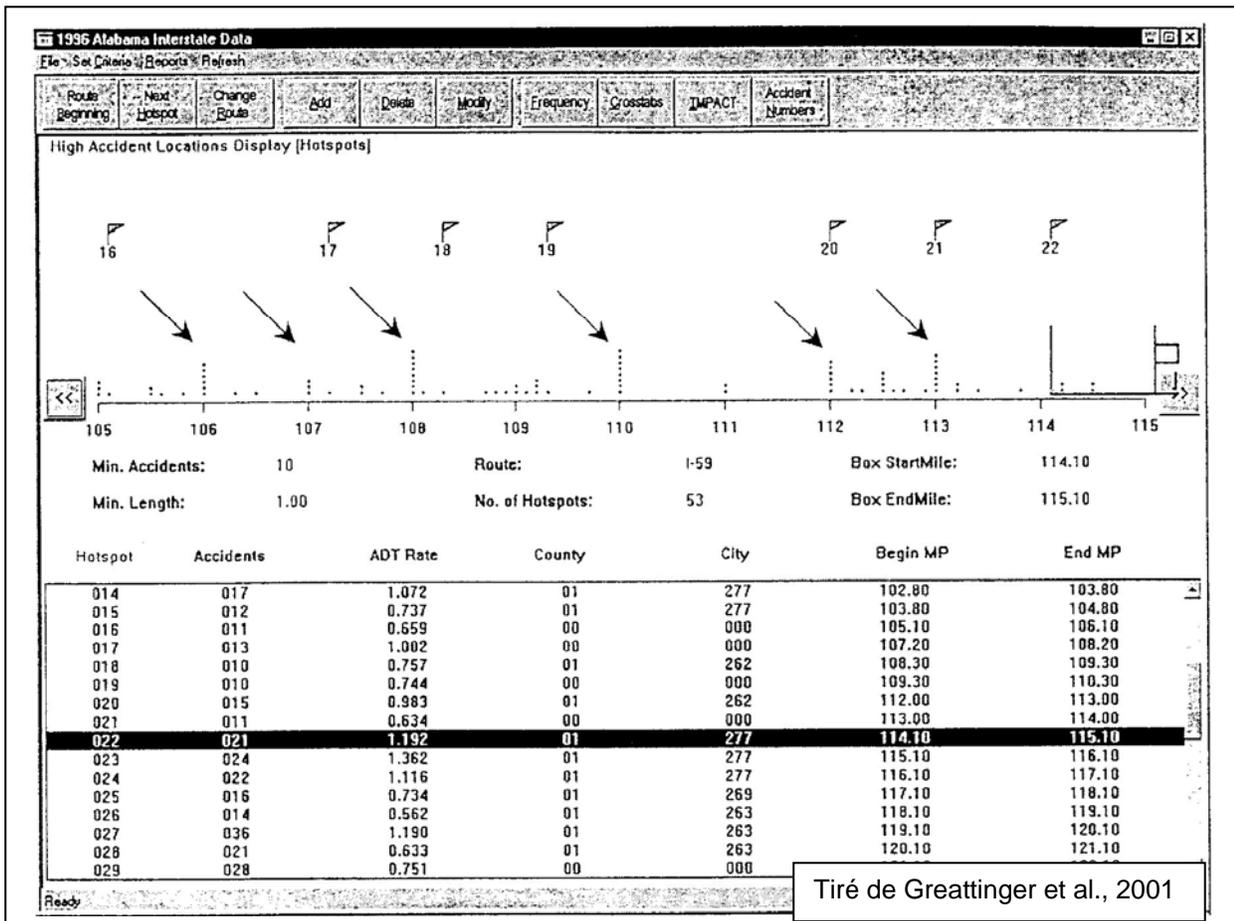


Figure 18 - Représentation des zones accidentogènes avec le système Route-Milepost

Objectifs

Les objectifs de cette étude sont bien simples. Premièrement, les auteurs veulent évaluer différents GPS à prix abordable pour la localisation des accidents. Deuxièmement, en ayant une localisation spatiale géoréférencée, ces informations peuvent être appliquées dans un SIG afin de vérifier les zones dangereuses. Donc, le second objectif est d'expérimenter le processus du téléchargement automatique des données du GPS et de les insérer dans le système *Critical Analysis Reporting Environment* (CARE). Cette démarche veut éliminer la localisation manuelle des accidents.

Équipement

En tout, cinq unités de GPS sont évaluées, soit deux reliées à un ordinateur et trois à la main. Les GPS reliés à un ordinateur possèdent des caractéristiques différentes de ceux utilisés à la main. Ces derniers doivent absolument être mis en fonction ainsi que le logiciel administrant la base de données avant d'être en mesure de relever des coordonnées. Cette étape peut prendre quelques minutes. Les GPS reliés à un ordinateur peuvent cependant enregistrer une série de points et faire la moyenne pour obtenir des coordonnées plus précises. Mais la localisation est reliée à une antenne qui doit être installée sur les véhicules de police. Donc, la localisation ne peut pas toujours être faite directement au site de l'accident. Pour le GPS à la main, dès le moment où il est en fonction, il peut prendre des coordonnées et les enregistrer sans l'aide d'un ordinateur. Les points enregistrés peuvent être par la suite téléchargés dans un ordinateur. Le tableau 13 décrit brièvement les caractéristiques de chacun des GPS testés.

Tableau 12 - Caractéristiques des GPS évalués

	Coût de l'équipement	Temps de captage des satellites	Téléchargement automatique	Facilité d'utilisation
Rand MacNally Street Finder Deluxe	130 \$ avec logiciel (GPS avec Ordinateur)	44,8 secondes	Déjà dans l'ordinateur	Simple
DeLorme	130 \$ avec logiciel (GPS avec Ordinateur)	80,5 secondes	Déjà dans l'ordinateur	Simple
Casio	400 \$ (GPS à la main)	31 secondes	Non	Simple
Garmin GPS 12 Map	350 \$ le GPS et 130 \$ le logiciel (GPS à la main)	27,5 secondes	Oui	Simple
Trimble Geo Explorer 3c	3 400 \$ avec le logiciel (GPS à la main)	62,5 secondes	Oui	Difficile

Tiré de Greattinger et al. (2001, p. 96)

Méthodologie et résultats

Pour simuler le relevé de coordonnées géographiques lors d'un accident et pour valider la précision de ces coordonnées, cinq paires de coordonnées géographiques connues, sont relevées, soient celles de bornes géodésiques, dans le comté de Tuscaloosa en Alabama. Les coordonnées des cinq GPS ont été évaluées à chacun de ces endroits. En tout, 45 points sont pris pour chaque GPS. Les coordonnées recueillies par les GPS sont ensuite comparées à celles des bornes géodésiques. Ainsi les auteurs obtiennent un aperçu de la qualité des résultats éventuels lors de la localisation d'accidents. Le tableau 14 montre les résultats obtenus pour les différents GPS.

Tableau 13 - Précision des GPS évalués versus les coordonnées géographiques connues

	Distance moyenne des coordonnées géographiques connues
Rand MacNally Street Finder Deluxe	7,2 mètres
Garmin GPS 12 Map	8,2 mètres
Casio	31 mètres
Trimble Geo Explorer 3c	3,5 mètres
DeLorme	7,9 mètres

Tiré de Greattinger et al. (2001, p. 98)

Après avoir constaté que les GPS sont capables d'enregistrer des localisations précises, deux GPS sont choisis pour la recherche. Les deux GPS sélectionnés sont choisis selon quatre critères : précision, prix, téléchargement automatique et simplicité d'utilisation. Les deux GPS retenus sont le Garmin® et Rand McNally. Soixante-dix points supplémentaires sont enregistrés afin de mesurer une fois de plus la précision. La moyenne obtenue avec le Rand McNally est de 14,7 mètres et de 7,6 mètres pour le Garmin®.

Après avoir effectué tous les tests avec les GPS, les chercheurs ont installé dans un véhicule de police un GPS relié à un ordinateur. Les policiers ont localisé les accidents durant une semaine. Un exemple concret de l'avantage du GPS sur la méthode conventionnelle est expliqué dans l'étude. Un accident s'est produit dans un échangeur et la localisation avec la méthode conventionnelle et le mode GPS n'est pas située au même endroit dans le SIG. La localisation avec le GPS est située au bon endroit dans l'échangeur. Cependant avec la méthode conventionnelle l'endroit ciblé est associé à une intersection à quelques mètres de l'échangeur (figure 18). Enfin, sur les 20 accidents répertoriés durant la semaine d'expérience, aucune erreur n'est remarquée avec l'utilisation du GPS.

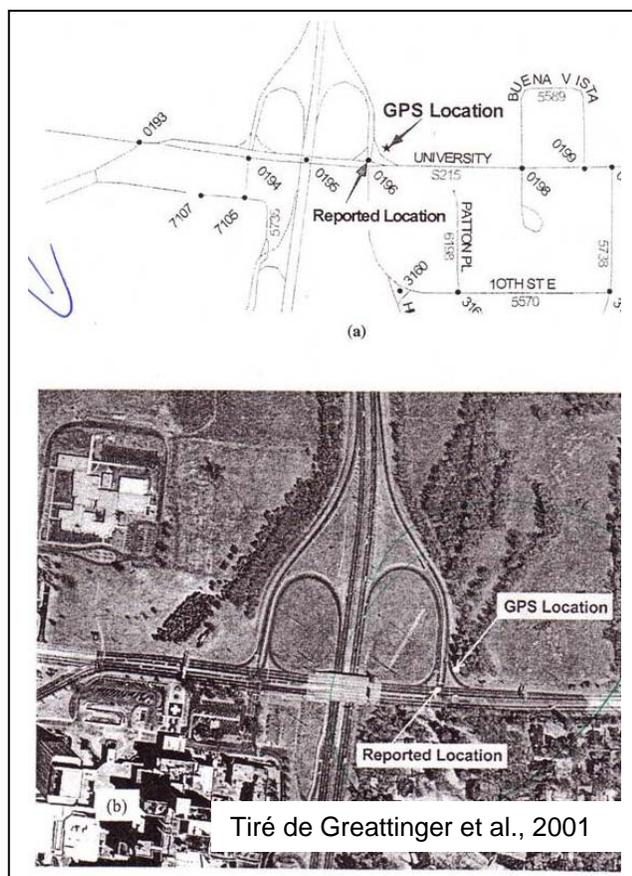


Figure 19 - Exemple de précision que peut apporter le GPS

Conclusion

À la suite de cette étude, les conclusions suivantes sont mentionnées.

- La précision de la localisation s'améliore avec le GPS. Les GPS évalués sont capables d'obtenir une moyenne de huit mètres de distance par rapport aux coordonnées géographiques reconnues et cela en moins de trois minutes.
- Les GPS à la main sont préférés à ceux reliés à un ordinateur. En fait, le GPS à la main peut être amené directement au point d'impact ce qui n'est pas toujours le cas avec son concurrent.
- Le SIG a permis de cartographier spatialement les accidents localisés avec le GPS. Il s'agit d'un excellent outil pour l'analyse. De plus, l'analyse peut être faite simultanément avec les anciennes localisations et les nouvelles (GPS). Un simple ajout des coordonnées géographiques dans la base de données et les données peuvent être accessibles.

**Annexe B – Description technique du Garmin® GPS 76
(www.Garmin.com)**

Fonction de navigation:

- **Waypoints /icônes:** 500 avec nom et symbole graphique.
- **Routes:** 50 routes réversibles comptant jusqu'à 50 waypoints chacune, plus les modes Homme à la mer "MOB" et retour "TracBack".
- **Tracés:** Enregistrement du tracé automatique. 10 tracés sauvegardés permettant de reprendre le chemin parcouru, dans les deux sens.
- **Calculateur de voyage:** Vitesse actuelle, vitesse moyenne, vitesse maximale avec remise à zéro, chronomètre de voyage et longueur de voyage.
- **Format de position:** Latitude/ longitude, UTM/UPS, Maidenhead, MGRS, Loran TD et autres grilles, y compris une grille personnelle.

Performances GPS:

- **Récepteur:** Récepteur GPS 12 canaux parallèles, suit et utilise en permanence jusqu'à 12 satellites pour calculer et actualiser votre position.
- **Temps d'acquisition:**
 - **A chaud:** Environ 15 secondes
 - **A froid:** Environ 45 secondes
 - **AutoLocate:** Environ 2 minutes
- **Taux d'actualisation:** 1/seconde en continu
- **Précision GPS:**
 - **Position:** <15 mètres, dans 95 % des cas
 - **Vitesse:** 0,05 mètre/seconde (stabilisé)
- **Précision DGPS (USCG):** (avec récepteur DGPS en option, limité à certaines zones)
 - **Position:** <15 mètres, dans 95 % des cas
 - **Vitesse:** 0,05 mètre/seconde (stabilisé)
- **Précision DGPS (WAAS):** (limité à certaines zones)
 - **Position:** <3 mètres, dans 95 % des cas
 - **Vitesse:** 0,05 mètre/seconde (stabilisé)
- **Différentiel:** Compatible DGPS, USCG et WAAS (en Europe en 2003-2005).

Caractéristiques de la carte mobile:

- **Base de données cartographiques:** Base de données marine, préchargée, avec villes et aides à la navigation du monde entier.
- **Cartes chargeables:** Accepte jusqu'à 1 Mo de données provenant d'un CD-ROM MapSource. Centre d'intérêt "Points of Interest" (aucun CD-ROM de ce type disponibles pour l'instant).

Alimentation:

- **Source:** 2 piles "AA"
- **Autonomie:** Jusqu'à 16 heures

Caractéristiques mécaniques:

- **Dimensions:** 6,9 x 15,7 x 3,6 cm
- **Poids:** 215 g
- **Écran:** 4,1 x 5,6, 180 x 240 pixels, FTSN à fort contraste avec rétro-éclairage lumineux
- **Boîtier:** Étanche, alliage plastique antichoc, conforme aux normes d'étanchéité IEC 529 IPX7
- **Températures supportées:** - 15 °C à 70°C
- **Sauvegarde données personnelles:** Conserve les données indéfiniment, sans pile.

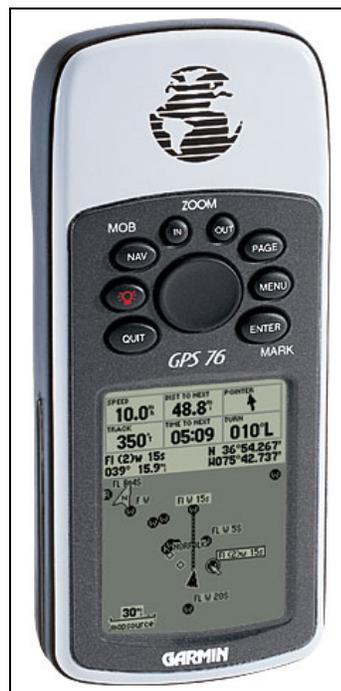


Figure 20 - Garmin® GPS 76 (www.garmin.com)

Annexe C - Questionnaires de mi-projet et de fin de projet

QUESTIONNAIRE DE MI-PROJET

Vérification du temps de saisie pour la méthode traditionnelle et GPS

1. Combien de temps en moyenne la rédaction relative aux variables du rapport d'accident (A11, A12, A14, A15, A16, A17 et A18) vous demande?

Lieu de l'accident – Municipalité	A11	Code municipal	A12
N° de route	A14	Adresse rue/rang/chemin	A15
		intersection (près de)	A16
		Distan	A17
		N	A18
			o

30 sec. 60 sec. 90 sec. 120 sec. Autres : _____

2. Combien de temps en moyenne demande la localisation à l'aide du GPS quand :

2.1. le GPS est déjà en fonction?

30 sec. 60 sec. 90 sec. 120 sec. Autres : _____

2.2. le GPS doit être activé?

30 sec. 60 sec. 90 sec. 120 sec. Autres : _____

Commentaires relatifs à l'utilisation du GPS

3. Comment trouvez-vous l'utilisation du GPS?

Très facile Facile Difficile Très difficile

4. Si vous avez rencontré des problèmes face à l'utilisation du GPS, quels sont-ils?

5. Comment trouvez-vous l'utilisation du GPS pour la localisation des événements à comparer les méthodes de localisation présentement utilisées?

Avantageuse Ne voit pas de différence Désavantageuse

6. SVP indiquez commentaires ou suggestions.

Questionnaire de fin de projet

Nom : _____ Prénom : _____

1. Est-ce que l'utilisation du GPS vous a gêné ou dérangé (convivialité) lors de vos pratiques policières? Expliquez svp.

2. Est-ce que vous seriez prêt à utiliser le GPS de façon continue pour la localisation des événements (criminalité, accident, etc.)? Expliquez svp.

Tableau C - Comparaison de l'utilisation du GPS pour la localisation d'événements aux méthodes traditionnelles

	Avantageuse	Ne voit pas de différence	Désavantageuse
Policier 1		x	
Policier 2	x		
Policier 3	x		
Policier 4	Ne comprend pas la question		
Policier 5		x	

Ensuite, pour le questionnaire de fin de projet quatre des cinq policiers ont répondu au questionnaire.

Pour la question : est-ce que l'utilisation du GPS vous a gêné ou dérangé (convivialité) lors de vos pratiques policières? Expliquez svp :

Policier 1

« Le territoire est très grand à couvrir on a dû se déplacer sur de grandes distances, il devrait y avoir au moins deux appareils en fonction sur le territoire. De plus, le facteur temps a fait en sorte qu'on devait prendre le "markpoint" le plus tôt possible. »

Policier 2

« Non, par contre à cause de la grandeur du territoire cela fait beaucoup de déplacements, il y avait beaucoup de perte de temps à cause des déplacements. »

Policier 3

« Quelques fois, lors de journées occupées, j'ai dû me déplacer aux quatre coins du territoire pour prendre les points. »

Pour la question : est-ce que vous seriez prêt à utiliser le GPS de façon continue pour la localisation des événements (criminalité, accident, etc.)? Expliquez svp.

Policier 1

« Oui, c'est un bon moyen pour le repérage de façon à cibler la problématique dans différents secteurs du territoire. »

Policier 2

« Oui, mais à cause du territoire au moins deux policiers devraient avoir un GPS. »

Policier 4

« Oui, à condition d'en voir les résultats. Il s'agit d'un bon système. Mais pour connaître son sens pratique il aurait fallu que des cartes soient affichées pour les patrouilleurs et enquêteurs. »

Annexe D - Base de données complète du projet

Réseau Local
 Réseau provincial

Lien	Waypoint	No d'événement	Lat. N	Long. O	Adresse	Intersection (NSEO)	Distance	Municipalité	Date	Heure Rapport	Heure GPS	Jour
1	3	31118-030611-0001	45.40067	73.537434	2 marie victorin	principale O	5	delson	30611	1500	1606	mercredi
2	6	31118-030611-0014	45.386374	73.5509	3560 route 132	jogues O	50	ste-catherine	30611	1700	1713	mercredi
3	12	31118-030612-0006	45.395304	73.603359	route 132	autoroute 30	0	ste-catherine	30612	930	948	jeudi
4	9	31118-030611-0028	45.377096	73.572736	prince	pascal	0	st-constant	30611	2230	15	jeudi
5	7	31118-030611-0018	45.386443	73.557989	route 209 st-pierre	route 132 O	30	st-constant	30611	1840	1928	mercredi
6	8	31118-030611-0019	45.387798	73.557356	1600 écluses	route 132 N	100	ste-catherine	30611	1905	2227	mercredi
7	11	31118-030612-0005	45.391387	73.534105	14 mozart	st-françois-xavier O	100	candiac	30612	808	817	jeudi
8	13	31118-030612-0008	45.379539	73.530558	route 132	st-françois-xavier E	350	candiac	30612	1118	1122	jeudi
9	17	31118-030612-0019	45.414508	73.484803	route 104 684 st-jean	du maire S	5	la prairie	30612	1709	1732	jeudi
10	18	31118-030612-0021	45.365306	73.610971	377 st-régis nord		0	st-constant	30612	1735	1753	jeudi
11	20	31118-030612-0023	45.382684	73.549691	1000 georges gagné		0	delson	30612	1845	1900	jeudi
12	21	31118-030612-0031	45.389558	73.501359	d'Auteil		0	candiac	30612	2310	13	jeudi
13	16	31118-030612-0014	45.388782	73.557296	1580 des écluses		0	ste-catherine	30612	1200	1431	jeudi
14	23	31118-030613-0013	45.382333	73.550641	1000 georges gagné		0	delson	30613	1030	1039	vendredi
15	24	31118-030613-0012	45.394486	73.596314	6685 route 132		0	ste-catherine	30613	1040	1056	vendredi
16	25	31118-030613-0024	45.387062	73.557864	route 132	des écluses	0	ste-catherine	30613	2100	2123	vendredi
17	22	31118-030613-0006	45.384669	73.555477	10 bélanger	lachapelle N	35	st-constant	30613	2330	743	vendredi
18	26	31118-030614-0017	45.400526	73.53712	2 marie-victorin	principale	0	delson	30614	2249	2325	samedi
19	29	31118-030617-0006	45.373988	73.536236	st-françois-xavier	industrielle N	20	delson	30617	1045	1053	mardi
20	30	31118-030617-0006	45.416199	73.491901	292 ste-catherine	st-charles	5	la prairie	30617	1055	1121	mardi
21	32	31118-030618-0002	45.382081	73.535723	route 132	st-françois-xavier O	25	delson	30618	755	839	mercredi
22	34	31118-030618-0011	45.394056	73.579602	1745 centrale	route 132 N	100	ste-catherine	30618	1315	1334	mercredi
23	37	31118-030619-0011	45.399095	73.547895	3507 marie-victorin		0	ste-catherine	30619	1121	1808	jeudi
24	36	31118-030619-0019	45.364624	73.573486	18 de l'église	émard N	5	st-constant	30619	1555	1703	jeudi
25	38	31118-030619-0022	45.385665	73.548293	route 132	jogues O	200	ste-catherine	30619	1808	1814	jeudi
26	39	31118-030619-0025	45.375803	73.566808	route 109	perras N	10	st-constant	30619	1810	1821	jeudi
27	49	31118-030622-0032	45.395088	73.589546	route 132	maçon	50	st-constant	30622	2333	7	dimanche
28	41	31118-030621-0014	45.40201	73.458991	route 217	route 104 st-jean S	100	la prairie	30621	1048	1112	samedi

Lien	Waypoint	No d'événement	Lat. N	Long. O	Adresse	Intersection (NSEO)	Distance	Municipalité	Date	Heure Rapport	Heure GPS	Jour
29	48	31118-030623-0007	45.384047	73.584905	monchamp	ste-catherine S	0	st-constant	30623	633	657	lundi
30	52	31118-030623-0023	45.377935	73.532459	10 radisson		0	candiac	30623	1410	1416	lundi
31	54	31118-030624-0013	45.379597	73.479392	1525 route 217	N	200	st-philippe	30624	1300	1332	mardi
32	55	31118-030624-0015	45.414562	73.484817	705 route 107	du maire E	20	la prairie	30624	1350	1407	mardi
33	56	31118-030624-0016	45.39036	73.56622	1480 des carouges		0	ste-catherine	30624	1345	1422	mardi
34	20	31118-030712-0022	45.324762	73.524151	Foucreault	st-pierre S	15	st-mathieu	30712	2120	2137	samedi
35	30	31118-030716-0006	45.380174	73.535343	st-françois-xavier	radisson E	0	candiac	30716	741	951	mercredi
36	31	31118-030716-0007	45.382115	73.535658	route 132	st-françois-xavier N	0	candiac	30716	805	953	mercredi
37	34	31118-030717-0021	45.382895	73.549472	1000 georges gagné		0	delson	30717	1715	1729	jeudi
38	37	31118-030720-0017	45.381474	73.534781	route 132	st-françois-xavier E	150	candiac	30720	1718	1742	dimanche
39	38	31118-030720-0020	45.406869	73.510439	marie-victorin	charles-péguy O	0	la prairie	30720	2115	2146	dimanche
40	45	31118-030721-0024	45.380631	73.529672	200 haendel		0	candiac	30721	1840	1915	lundi
41	43	31118-030721-0011	45.378127	73.528322	route 132	sortie 98 Sud O	250	candiac	30721	1043	1129	lundi
42	47	31118-030722-0002	45.385244	73.547079	route 132	georges-gagné	0	delson	30722	959	1006	mardi
43	48	31118-030722-0005	45.384111	73.585006	ste-catherine	monchamp	0	st-constant	30722	1139	1504	mardi
44	49	31118-030723-0005	45.41353	73.491791	route 134	de la Levé	0	la prairie	30723	915	925	mercredi
45	50	31118-030723-0011	45.395346	73.605517	route 132	autoroute 30	0	ste-catherine	30723	1200	1221	mercredi
46	52	31118-030723-0024	45.389288	73.571292	route 132	brébeuf E	150	ste-catherine	30723	1625	1637	mercredi
47	63	31118-030727-0019	45.392272	73.578927	5480 route 132	union E	60	ste-catherine	30727	1700	1728	dimanche
48	67	31118-030801-0022	45.391043	73.575143	des merisiers	route 132	0	ste-catherine	30801	1845	1905	vendredi
49	70	31118-030804-0008	45.387114	73.557769	route 132	route 209 st-pierre	0	st-constant	30804	1135	1233	lundi
50	60	31118-030627-0013	45.376388	73.536235	188 St-françois-xavier	Route 132 N	400	delson	30627	1250	1341	vendredi
51	72	31118-030811-0026	45.40367	73.574625	471 centrale	st-laurent	200	ste-catherine	30811	2019	2158	lundi
52	71	31118-030811-0025	45.394074	73.55502	st-laurent	la vérendrye	0	ste-catherine	30811	2100	2146	lundi
53	74	31118-030812-0020	45.394689	73.557085	1042 des écluses	st-laurent N	150	ste-catherine	30812	1820	1850	mardi
54	73	31118-030812-0016	45.394859	73.467408	autoroute 30	route 104 st-jean S	900	la prairie	30812	1550	1639	mardi
55	76	31118-030813-0015	45.375854	73.566907	route 209 st-pierre	perras N	15	st-constant	30813	1740	1803	mercredi
56	75	31118-030813-0014	45.383683	73.556793	lanctot	lachapelle S	60	st-constant	30813	1645	1720	mercredi
57	79	31118-030814-0010	45.386975	73.557207	route 132	des écluses O	10	ste-catherine	30814	905	907	jeudi
58	85	31118-030821-0027	45.386883	73.557748	route 132	route 209 st-pierre	0	ste-	30821	2200	2234	jeudi

Lien	Waypoint	No d'événement	Lat. N	Long. O	Adresse	Intersection (NSEO)	Distance	Municipalité	Date	Heure Rapport	Heure GPS	Jour
								catherine				
59	87	31118-030824-0011	45.386573	73.557871	route 209 st-pierre	route 132	30	st-constant	30824	1241	1405	dimanche
60	99	31118-030911-0012	45.381433	73.534425	route 132	st-françois-xavier O	15	candiac	30911	1332	1356	jeudi
61	100	31118-030912-0009	45.337555	73.519563	1 la farge		0	st-constant	30912	830	1014	vendredi
62	102	31118-030912-0015	45.403199	73.561858	brébeuf	marie-victorin S	30	ste-catherine	30912	1210	1211	vendredi
63	111	31118-030918-0015	45.400514	73.522517	marie-victorin	montcalm nord	0	candiac	30918	1450	1517	jeudi
64	116	31118-030926-0005	45.391943	73.578025	route 132	McNeil E	10	ste-catherine	30926	715	735	vendredi
65	117	31118-030926-0023	45.385273	73.54721	route 132	georges-gagné	0	delson	30926	1815	1821	vendredi
66	118	31118-030929-0008	45.386267	73.550992	route 132	du commerce	40	delson	30929	800	836	lundi
67	122	31118-031001-0015	45.375846	73.535799	188 St-françois-xavier		0	delson	31001	1550	1613	mercredi
68	156	31118-031207-0001	45.381484	73.517932	autoroute 15	autoroute 30 N	200	candiac	31207	0	34	dimanche
69	129	31118-031115-0013	45.365562	73.60989	366 st-régis nord	N	0	st-constant	31115	2030	2207	samedi
70	130	31118-031116-0017	45.38677	73.557746	route 209 st-pierre	route 132	0	ste-catherine	31116	2100	2132	dimanche
71	134	31118-031120-0004	45.390059	73.502063	43 d'auteuil	d'avignon O	25	candiac	31120	1040	1218	jeudi
72	135	31118-031121-0009	45.414636	73.490503	route 134 353 taschereau	st-paul	5	la prairie	31121	834	921	vendredi
73	136	31118-031121-0012	45.387168	73.558189	route 132	des écluses O	2	ste-catherine	31121	1045	1103	vendredi
74	137	31118-031122-0009	45.414645	73.484842	route 104 705 st-jean	du maire E	40	la prairie	31122	1320	1339	samedi
75	139	31118-031123-0006	45.374567	73.567768	route 209 115 st-pierre	S	0	st-constant	31123	1255	1307	dimanche
76	145	31118-031124-0015	45.384184	73.541943	route 132	principale	0	delson	31124	1638	1700	lundi
77	146	31118-031124-0017	45.377822	73.600665	407 ste-catherine	st-régis S	600	st-constant	31124	1650	1717	lundi
78	148	31118-031202-0013	45.372008	73.57103	route 209 147 st-pierre	de la mairie N	5	st-constant	31202	1645	1930	mardi
79	149	31118-031204-0019	45.414169	73.491208	route 134	st-henri	0	la prairie	31204	1830	2205	jeudi
80	154	31118-031206-0015	45.388078	73.583083	monchamp	lausionne	0	st-constant	31206	1815	1828	samedi
81	155	31118-031206-0020	45.380897	73.533298	route 132	st-françois-xavier E	350	candiac	31206	2235	2244	samedi
82	158	31118-031208-0018	45.416545	73.488967	route 143 210 tashereau	st-jean	0	la prairie	31208	1715	2105	lundi
83	159	31118-031208-0023	45.400383	73.503611	route 134	101 taschereau	0	candiac	31208	1825	2108	lundi
84	160	31118-031208-0026	45.394128	73.55677	des écluses	st-laurent	0	ste-catherine	31208	2015	2118	lundi
85	161	31118-031208-0025	45.376799	73.565759	route 209 89 st-pierre		0	st-constant	31208	1930	2123	lundi
86	162	31118-031208-0015	45.390891	73.586587	500 voie de desserte		0	st-constant	31208	1600	2145	lundi
87	163	31118-031209-0002	45.384025	73.541221	route 132	principale E	5	delson	31209	735	809	mardi
88	164	31118-031209-0004	45.385606	73.58793	métras	meloche	0	st-constant	31209	800	930	mardi

Lien	Waypoint	No d'événement	Lat. N	Long. O	Adresse	Intersection (NSEO)	Distance	Municipalité	Date	Heure Rapport	Heure GPS	Jour
89	165	31118-031209-0012	45.366543	73.56671	203 berger	boulé	100	st-constant	31209	1500	1514	mardi
90	166	31118-031209-0016	45.389037	73.570401	route 132	du portage O	150	st-constant	31209	1710	1723	mardi
91	169	31118-031210-0006	45.377098	73.535954	st-françois-xavier	liberté S	100	candiac	31210	1320	1357	mercredi
92	170	31118-031210-0018	45.388726	73.557403	1500 des écluses			ste-catherine	31210	2030	2135	mercredi
93	171	31118-031210-0017	45.385613	73.5567	place lanctot	lanctot E	25	st-constant	31210	2040	2156	mercredi
94	172	31118-031212-0004	45.373421	73.541278	154 principale	3e avenue S	10	delson	31212	800	836	vendredi
95	183	31118-031215-0013	45.37794	73.535423	st-françois-xavier	liberté E	5	candiac	31215	1630	1715	lundi
96	184	31118-031216-0003	45.404121	73.506196	300 conrad-pelletier	sortie salaberry	100	la prairie	31216	800	912	mardi
97	185	31118-031215-0002	45.371005	73.582551	30 l'alisier	azalée S	30	st-constant	31215	1500	1024	lundi
98	187	31118-031216-0008	45.382776	73.549585	35 georges-gagné	monette	70	delson	31216	1510	1517	mardi
99	188	31118-031216-0013	45.387586	73.39593	route 104 st-jean	johanne E	5	la prairie	31216	1730	1811	mardi
100	186	31118-031216-0004	45.390839	73.585889	500 voie de desserte	route 132 N	25	st-constant	31216	1030	1107	mardi
101	191	31118-031217-0015	45.32046	73.596642	route 209	montée fyfe S	300	st-constant	31217	1652	1729	mercredi
102	192	31118-031217-0019	45.399962	73.545354	80 jogues	marie-victorin S	200	ste-catherine	31217	2020	2035	mercredi
103	193	31118-031217-0020	45.415083	73.493024	385 st-henri			la prairie	31217	2030	2102	mercredi
104	194	31118-031217-0023	45.395183	73.60356	route 132	autoroute 30		st-constant	31217	2215	2234	mercredi
105	196	31118-031221-0014	45.38326	73.548908	35 georges-gagné			delson	31221	1350	1426	dimanche
106	197	31118-031221-0015	45.395858	73.557555	804 des écluses	timonrer		ste-catherine	31221	1435	1503	dimanche
107	205	31118-040123-0026	45.406812	73.497759	1000 taschereau			la prairie	40123	2010	2049	vendredi
108	206	31118-040124-0002	45.387282	73.562627	118 route 132	de l'aigle	100	st-constant	40124	145	213	samedi
109	207	31118-040124-0005	45.294666	73.53118	principale		999	st-mathieu	40124	530	554	samedi
110	210	31118-040124-0010	45.421604	73.486513	route 134 50 taschereau			la prairie	40124		1406	samedi
111	209	31118-040124-0008	45.39198	73.550265	bourgeois	la vérendrye		ste-catherine	40124	1100	1119	samedi
112	208	31118-040124-0006	45.382668	73.578909	182 ste-catherine			st-constant	40124	900	1102	samedi
113	211	31118-040125-0011	45.39317	73.581758	5740 route 132			ste-catherine	40125	1600	1653	dimanche
114	213	31118-040125-0014	45.383054	73.541489	principale	route 132 S	200	delson	40125	1752	1814	dimanche
115	214	31118-040125-0016	45.390941	73.532344	st-françois-xavier	mozart		candiac	40125	2048	2106	dimanche
116	215	31118-040126-0002	45.382883	73.535023	59 st-françois-xavier	route 132 N	50	candiac	40126	809	1040	lundi
117	218	31118-040127-0003	45.395224	73.590737	6390 route 132	d'amour E	10	ste-catherine	40127	610	627	mardi
118	219	31118-040127-0005	45.395242	73.590826	route 207 368 st-pierre			st-constant	40127	1030	1347	mardi
119	220	31118-040127-0011	45.417215	73.487912	155 taschereau route 134	st-jean	30	la prairie	40127	1405	1420	mardi

Lien	Waypoint	No d'événement	Lat. N	Long. O	Adresse	Intersection (NSEO)	Distance	Municipalité	Date	Heure Rapport	Heure GPS	Jour
120	221	31118-040127-0017	45.400752	73.576214	centrale	st-laurent N	10	ste-catherine	40127	1630	1721	mardi
121	223	31118-040131-0005	45.41793	73.487864	route 134 150 taschereau			la prairie	40131	1121	1141	samedi
122	225	31118-040131-0012	45.323836	73.596798	route 209	montée fyfe		st-constant	40131	1734	1824	samedi
123	226	31118-040201-0010	45.408878	73.49459	542 page	taschereau O	100	la prairie	40201	1501	1651	dimanche
124	227	31118-040201-0013	45.396644	73.529821	st-françois-xavier	champlain		candiac	40201	1830	1822	dimanche
125	228	31118-040202-0014	45.370015	73.571245	route 209	lasalle		st-constant	40202	1345	1358	lundi
126	230	31118-040202-0023	45.387821	73.57241	300 voie de desserte			st-constant	40202	1800	1825	lundi
127	231	31118-040202-0021	45.392055	73.578154	5460 route 132	mcneil		ste-catherine	40202	1730	1830	lundi
128	232	31118-040202-0020	45.371784	73.570551	route 209	de la mairie		st-constant	40202	1725	1840	lundi
129	233	31118-040202-0027	45.413754	73.482886	870 route 104	de la mennais		la prairie	40202	2205	2236	lundi
130	234	31118-040203-0002	45.393494	73.582662	route 132	monchamp O	150	st-constant	40203	810	829	mardi
131	235	31118-040203-0005	45.384253	73.541565	principale	route 132		delson	40203	830	849	mardi
132	236	31118-040203-0008	45.390818	73.585599	500 voie de desserte			st-constant	40203	850	924	mardi
133	237	31118-040204-0011	45.387071	73.532692	st-françois-xavier	de la gatineau		candiac	40204	1725	1745	mercredi
134	241	31118-040212-0010	45.409892	73.502756	890 desjardins	parc E	20	la prairie	40212	1015	1037	jeudi
135	242	31118-040212-0014	45.393174	73.586638	556 voie de desserte	route 132 S	250	st-constant	40212	1120	1153	jeudi
136	245	31118-041216-0005	45.395781	73.56565	st-laurent	brébeuf E	5	ste-catherine	40216	725	752	lundi
137	246	31118-040216-0009	45.408466	73.495885	route 134	lavoie		la prairie	40216	905	941	lundi
138	249	31118-040216-0027	45.406414	73.496593	975 taschereau			la prairie	40216	1943	2054	lundi
139	251	31118-040218-0009	45.38545	73.546885	route 132	georges-gagné		delson	40218	1355	1419	mercredi
140	252	31118-040221-0004	45.415144	73.485187	route 104	du maire		la prairie	40221	900	921	samedi
141	254	31118-040223-0007	45.383221	73.478217	1345 route 217			st-philippe	40223	1110	1131	lundi
142	255	31118-040223-0014	45.406032	73.497657	975 taschereau	st-josé N	20	la prairie	40223	1424	1437	lundi
143	258	31118-040306-0019	45.376838	73.525236	route 132	autoroute 15 O	200	candiac	40306	2130	2301	samedi
144	259	31118-040307-0001	45.382043	73.534554	101 st-françois-xavier			candiac	40307	0	53	lundi
145	261	31118-040308-0016	45.393461	73.579875	1805 central	route 132 N	30	ste-catherine	40308	1045	1108	mardi
146	262	31118-040309-0012	45.415669	73.494413	st-henri	notre-dame		la prairie	40309	1155	1212	mercredi
147	263	31118-040310-0008	45.408314	73.506717	marie-victorin	de l'industrie		la prairie	40310	1130	1151	jeudi
148	264	31118-040316-0002	45.395288	73.599737	6780 route 132	autoroute 30 E	500	ste-catherine	40316	555	713	mardi
149	265	31118-040319-0001	45.383085	73.548104	monette	georges-gagné		delson	40319	105	113	vendredi
150	267	31118-040320-0007	45.386974	73.558594	route 132	st-pierre O	10	ste-catherine	40320	1210	1247	samedi

Lien	Waypoint	No d'événement	Lat. N	Long. O	Adresse	Intersection (NSEO)	Distance	Municipalité	Date	Heure Rapport	Heure GPS	Jour
151	268	31118-040320-0012	45.39479	73.5864	route 132	voie de déserte E	5	st-constant	40320	1450	1517	samedi
152	269	31118-040321-0001	45.381847	73.585526	1 vincent	monchamp N	5	st-constant	40321	306	319	dimanche
153	271	31118-040321-0013	45.373757	73.599995	montée st-régis	rang st-régis-nord		st-constant	40321	1720	1747	dimanche
154	272	31118-040321-0021	45.381408	73.53523	st-françois-xavier	route 132 N	5	candiac	40321	2323	2326	dimanche
155	273	31118-040322-0002	45.399609	73.50385	route 134	goyer		la prairie	40322	815	900	lundi
156	274	31118-040322-0003	45.417703	73.487007	165 taschereau route 134			la prairie	40322	840	905	lundi
157	276	31118-040322-0011	45.403014	73.494622	st-josé	industrielle		la prairie	40322	1215	1402	lundi
158	277	31118-040322-0019	45.356815	73.433794	41 rang st-claude	montée st-claude	600	st-philippe	40322	1505	1545	lundi
159	278	31118-040323-0007	45.388722	73.569359	route 132	brébeuf		ste-catherine	40323	946	1138	mardi
160	279	31118-040324-0003	45.386889	73.532766	st-françois-xavier	de la gatineau		candiac	40324	825	1406	mercredi
161	280	31118-040326-0008	45.392496	73.515653	9 montcalm nord			candiac	40326	1325	1339	vendredi
162	282	31118-040327-0008	45.396145	73.566629	st-laurent	brébeuf E	10	ste-catherine	40327	1038	1059	samedi
163	285	31118-040330-0004	45.42605	73.482469	route 134	balmoral		la prairie	40330	805	810	mardi
164	293	31118-040406-0003	45.383484	73.547929	8 georges-gagné	monette	20	delson	40406	555	624	mardi
165	294	31118-040406-0006	45.414134	73.491079	route 134	st-henri		la prairie	40406	918	1011	mardi
166	295	31118-040406-0010	45.390773	73.585978	500 voie de desserte			st-constant	40406	1125	1133	mardi
167	297	31118-040408-0007	45.384706	73.544743	33 route 132	principale	300	delson	40408	900	1151	jeudi
168	301	31118-040411-0020	45.384601	73.540784	20 route 132			delson	40411	2315	2326	dimanche
169	302	31118-040413-0010	45.367786	73.570531	180 route 209			st-constant	40413	1435	1506	mardi
170	304	31118-040416-0008	45.381529	73.535166	route 132	st-françois-xavier E		candiac	40416	911	951	vendredi
171	306	31118-040425-0012	45.371377	73.502565	autoroute 30	de candiac S	10	candiac	40425	1400	1422	dimanche
172	310	31118-040426-0011	45.415553	73.486813	route 104	ste-rose		la prairie	40426	1520	1528	lundi
173	311	31118-040426-0015	45.391048	73.585956	500 voie de desserte	route 132 S	150	st-constant	40426	1630	1922	lundi
174	308	31118-040426-0001	45.387137	73.55722	route 132	des écluses		ste-catherine	40425	2340	2354	dimanche
175	313	31118-040426-0018	45.404078	73.51697	marie-victorin	iberia		candiac	40426	1645	1941	lundi
176	312	31118-040426-0017	45.418556	73.487339	route 134	st-jean S	150	la prairie	40426	1705	1936	lundi
177	317	31118-040503-0012	45.362687	73.565673	34 de lasaline			st-constant	40503	1435	1450	lundi
178	318	31118-040503-0016	45.335059	73.509044	montée monette	abel S	10	st-mathieu	40503	1539	1550	lundi
179	319	31118-040503-0018	45.386861	73.557433	route 132	route 209 st-pierre		ste-catherine	40503	1700	1723	lundi
180	320	31118-040503-0020	45.413841	73.482827	jean leman	de la mennais S	1	la prairie	40503	1903	1931	lundi
181	321	31118-040504-0019	45.384472	73.543652	25 route 132			delson	40504	1850	1919	mardi
182	322	31118-040505-0013	45.411533	73.493215	route 134	fabre		la prairie	40504	1733	1747	mardi

Lien	Waypoint	No d'événement	Lat. N	Long. O	Adresse	Intersection (NSEO)	Distance	Municipalité	Date	Heure Rapport	Heure GPS	Jour
183	331	31118-040515-0010	45.325943	73.596241	592 route 209			st-constant	40504	1145	1214	mardi
184	333	31118-040516-0009	45.417388	73.490395	st-jean	ste-catherine		la prairie	40516	1258	1318	dimanche
185	334	31118-040516-0014	45.382773	73.548345	geoges-gagné	monette S	30	delson	40516	1510	1557	dimanche
186	336	31118-040527-0015	45.388059	73.557349	3940 route 132	écluse N	50	ste-catherine	40527	1625	1649	jeudi
187	337	31118-040601-0009	45.364777	73.570246	235 route 209			st-constant	40601	1123	1223	mardi