Mise à jour de la Base de Données Routières : Apport du GPS

H. NECHNICHE, A. AYOUAZ, H. TAIBI, A. MENDES, M. BENABDALLAH
Centre National des Techniques Spatiales- CNTS
BP 13, 31200, Arzew, Algérie – Nechniche_Hocine@yahoo.fr

Résumé : La gestion de données crédibles d'un réseau routier par un Système d'Information Géographique (SIG) est un besoin utile sinon nécessaire pour mieux appréhender la gestion du patrimoine routier. Il est donc indispensable de s'appuyer sur des procédés bien ajustés afin de situer l'ensemble du réseau routier, de réunir et de saisir toute donnée jugée indispensable pour des besoins urgents ou ultérieurs.
Dans un but de mise à jour des bases de données routières, la mise en oeuvre d'un système de levé précis et rapide est une solution incontestable. Ainsi, les Divisions de Géomatique et de Géodésie du Centre National des Techniques Spatiales (CNTS – Arzew- Oran) ont développé une méthodologie permettant la détermination précise de la spatialité des routes par GPS (Global Positioning System). Cet article porte sur la mise en place d'un système d'acquisition de données par la technique GPS cinématique pour la gestion routière afin d'améliorer la saisie de données à référence spatiale et son intégration dans un Système d'Information Routier (SIR).

Mots clés : SIR, BDR, SIG, GPS Cinématique.

1. Introduction

La demande en informations géographiques routières augmente chaque année, notamment depuis l'apparition de nouveaux systèmes tels que les systèmes de navigation pour l'automobile. Afin d'assurer une acquisition productive des données ainsi qu'une mise à jour régulière, il faudrait engager des moyens techniques efficaces pour ces tâches.
L'acquisition de telles données par des techniques de mesure conventionnelles est une opération onéreuse et difficile à mettre en oeuvre qui ne suffit plus sur l'ensemble d'un territoire. L'usage de solutions se basant sur la technique GPS permet une restitution plus systématique et plus productive, mais elle nécessite aussi un matériel spécifique et la connaissance de points de base stables et précis. A cet effet, un projet portant sur la mise à jour de la base de données routières de la wilaya d'Oran et sa gestion par un Système d'Information Routier (SIR) a été mis en œuvre.
Il consiste à la saisie de données spatiales par différentes techniques, à savoir :
Levé par GPS : Acquisition des données en utilisant le GPS cinématique.
Levé topométrique mobile : Sa singularité réside principalement dans l'utilisation de capteurs d'imagerie. Le concept est l'acquisition de clichés géoréférencés afin d'autoriser une restitution photogrammétrique pour localiser les éléments désirés.
L'imagerie satellitaire à haute résolution : Evaluer les potentialités de l'imagerie satellitaire à haute résolution spatiale dans le but de substituer les images aux cartes topographiques traditionnelles utilisées jusqu'à présent pour la constitution et la mise à jour de la Base de Données (BD).
Dans le cadre de ce projet, le travail présenté dans cet article s'est focalisé sur la mise en place du système de repérage spatial des données routières par GPS cinématique dans le but d'établir une base de réflexions pour l'adaptation aux nouvelles technologies de la gestion routière.

2. Mise à jour de la Base de données routières (BDR)

Le projet se décompose en trois phases : la première phase porte sur l'utilisation de la technique GPS pour l'acquisition des données, la deuxième phase concerne l'utilisation des techniques de la topométrie mobile et enfin la troisième phase est relative à l'utilisation de l'imagerie satellitaire à haute résolution.

3. Système d'information routier (SIR)

3.1 Ses objectifs

La connaissance du réseau est un des éléments indispensable pour définir les politiques et stratégies routières en matière d'investissement, d'exploitation, de gestion ou d'entretien.
Le premier objectif d'un SIR est d'aboutir à une connaissance parfaite du réseau routier en géométrie et en informations descriptives, ce qui permettra des prises de décisions optimisées procurant ainsi un transport sécuritaire, confortable et économique. La figure (1) illustre le schéma général d'un SIR

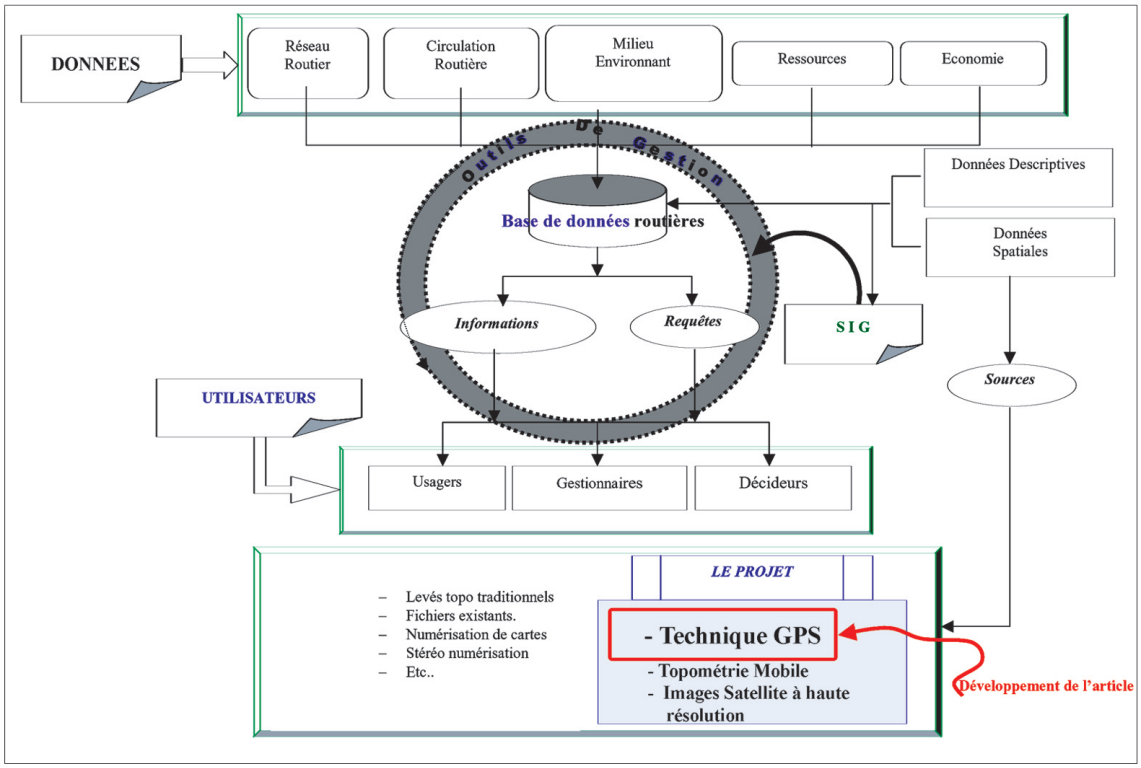

Fig. 1 Shéma du S.I.R

Le recueil de données implique une large gamme d'activités, en général, les groupes d'informations définis sont : l'inventaire de données routières (géométrie et équipement), la circulation, les accidents, la sécurité routière, l'entretien, les finances, l'historique des projets, les données administratives, les données météorologiques et l'environnement. Jusqu'à ce jour, les données sont souvent recueillies de façon non coordonnée par les différents organismes routiers. La clé pour un SIR cohérent est la possibilité de relier une série de données à d'autres fichiers ou à d'autres séries de données et de partager ces informations entre tous les acteurs de la route.
L'intégration de données provenant de recueils séparés peut être réalisée de différentes façons. Un bon système de référence de position est essentiel ; les données doivent être bien définies au moment du recueil et être mises à jour régulièrement.
Un SIR comprend une gamme complète d'activités intégrant la planification des investissements, la conception, la construction, l'entretien et l'évaluation périodique ou continue. Les catégories de gestion impliquées comprennent tant ceux qui sont responsables des décisions ayant trait à la politique et aux orientations pour un ensemble de projets, que les responsables de la mise en pratique et des décisions particulières d'un projet spécifique.

Le rôle de la gestion à tous les niveaux est de comparer les options, de coordonner les activités, de prendre les décisions qui s'imposent et leur mise en application d'une manière efficace et économique.
Chaque phase de décision étant importante; le SIR doit parfaitement reconnaître ces phases, permettre au personnel engagé de les identifier et de s'assurer qu'elles correspondent à la structure de l'organisme en question. Les sollicitations diverses imposent une connaissance parfaite de toutes les données relatives au réseau routier. Une cartographie numérique permet une représentation fidèle et à jour très appropriée.

3.2 Ses avantages

L'intérêt technique et stratégique apporté par un SIR dans l'élaboration d'une politique routière est indéniable. La constitution d'une base de données routières permet de connaître précisément le réseau à gérer. Les SIG permettent de produire des informations thématiques localisées très efficaces pour définir l'étendue du réseau, sa qualité, sa fréquentation et son état. Si les décideurs disposent de cartes thématiques simples et de graphes statistiques, ils peuvent améliorer et surtout visualiser la connaissance du réseau routier à gérer.

Par ailleurs, les possibilités de simulations offertes par les outils SIG constituent un intérêt stratégique primordial dans l'élaboration de la politique routière. Ces simulations permettent d'affecter les diverses versions de construction ou de réhabilitation d'une route et d'en mesurer les impacts environnementaux. Le choix d'une politique routière est aussi directement lié à des contraintes budgétaires; le SIR permet de simuler diverses variantes de stratégie financière, d'évaluer les incidences budgétaires optimales et de prévoir le futur du réseau en général, ou d'une route en particulier.

3.3 Les données spatiales

Les données spatiales posent fréquemment un double problème car elles doivent être traitées par des opérations spécifiques et leur structuration est complexe et variable. Elles permettent de localiser les entités sur le territoire et d'en décrire la forme géométrique à l'aide de points, de lignes, de polygones, ou d'images.
Disposer d'une couverture cartographique numérique précise du réseau routier est une étape fondamentale dans la mise en place d'un SIR. A cet effet, nous avons mis en place une mission qui répond à plusieurs objectifs :

- Disposer rapidement d'une cartographie du réseau routier suffisamment précise pour permettre l'exploitation de notre base de données.
- Assurer une mise à jour de données précise et efficace.
- Sensibiliser le personnel des divers services du domaine routier aux nouvelles techniques d'acquisition et de gestion routière.
- Utiliser les nouvelles techniques d'acquisition de données routières qui s'appuient sur de nouveaux concepts (GPS cinématique, topométrie mobile et imagerie satellitaire à haute résolution).

3.4 Les normes

L'application des normes internationales dans le domaine des bases de données routières est primordiale, car les données doivent être comparables, utilisables à long terme et échangeables. Ces normes sont applicables dans divers outils de gestion des données routières universellement préconisés. Ces outils intègrent généralement une base de données alphanumériques contenant tous les éléments liés au réseau des route. Par l'intermédiaire du dictionnaire des données, cette base de données doit permettre la description des caractéristiques des éléments constitutifs de la route et de ses composants, leur état structurel et fonctionnel, ainsi que tous les événements et les activités qui influent sur l'entretien et l'exploitation des routes. Dans la base de données, les objets sont localisés dans le système de repérage de base dans l'espace. Les types d'objet d'information nécessaires à la constitution à une base de données géoréférencées sont les axes et les points de repère. Un point de repère est constitué du point de repère physique, de la plaquette et de la marque.

4. Levé par GPS cinématique

Le levé cinématique correspond à un mode particulier du levé par GPS exigeant le maintien du contact avec les satellites et l'observation à tout instant d'au moins 4 satellites.

Le récepteur de référence demeure fixe sur un point connu et enregistre en continu les observations. Le récepteur itinérant se déplace sur une trajectoire bien définie tout en enregistrant les observations en continu avec une cadence régulière comprise entre 5 et 10 secondes (figure 2).

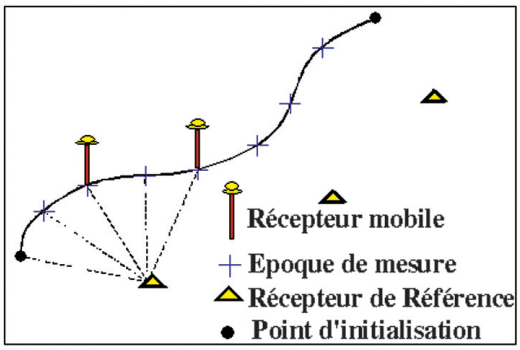

Fig. 2 Mode cinématique.

La méthode du levé cinématique repose sur la résolution des ambiguïtés de mesure de phases. Le démarrage d'un levé cinématique exige au préalable la phase d'initialisation du levé.

Applications :
- trajectoires d'objets en mouvement,
- photogrammétrie,
- levé des routes et tout réseau rectiligne.

Avantages :
Le levé cinématique est le mode le plus productif vu le nombre important de points levés au court de l'intervalle de temps d'observations.

Inconvénients :
Le levé cinématique nécessite la conservation du contact sur aux moins quatre satellites pendant les déplacements du récepteur, ce qui parait presque impossible en zones boisées ou urbaines.
Dans le cadre de ce travail, la méthodologie développée est basée sur l'exploitation de mesures de la phase des signaux GPS en mode cinématique et les traitements sont effectués en temps différé. Les points levés sont d'abord calculés dans le système géodésique géocentrique WGS84 puis transformés dans le système géodésique national Nord sahara.

5. Application

5.1 Présentation de la zone d'expérimentation

L'expérimentation de levé de route par GPS cinématique réalisé se situe dans la ville d'Arzew (Oran) avec une longueur supérieure à 4 kilomètres, traversant des zones urbaines (figure 3). Le point de référence choisi est un point GPS qui a été observé et calculé dans le cadre du projet ALGEONET et intégré dans le réseau national. (Extrait de la carte NI-30 XXIV 2 à l'échelle 1/25000 éditée par l'INCT).

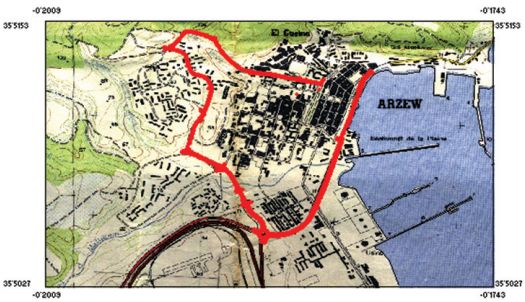

Fig. 3 Situation géographique du projet.

5.2 Choix des paramètres de calcul

Les paramètres utilisés lors du traitement des observations GPS sont les suivants :
- Type d'éphémérides : radiodiffusées.
- Modèle troposphérique : standard (Hopfield).
- Type de traitement : L_1 & L_2.
- L'écart type à priori : fixé à 40 mm.
- Point de référence (calage) : point rattaché au réseau ALGEONET.

5.3 Transformation des coordonnées

La transformation des coordonnées du système WGS84 au système Nord Sahara a été réalisée par un logiciel dénommé "TRANSDAT" développé au niveau de la division de géodésie. Les résultats de la transformation se résument en deux fichiers :
- Un fichier nivellement relatif aux altitudes des points rattachées au Nivellement Général Algérien (NGA). Ce fichier a été utilisé pour l'établissement du profil en long, du plan topographique et du MNT.
- Un fichier des coordonnées UTM et Lambert dans le système local.

5.4 Résultats

La figure 4 représente le carrefour principal d'entrée d'agglomération d'Arzew dont le levé a été effectué par GPS cinématique.

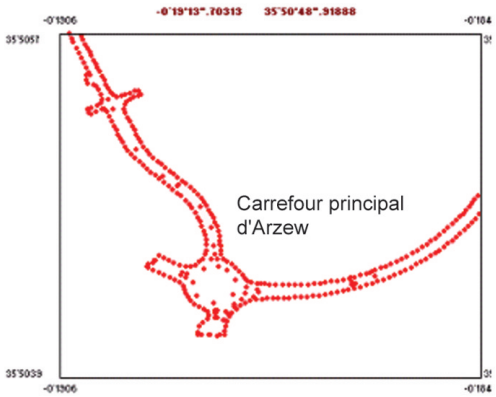

Fig. 4 Extrait du plan de levé par GPS cinématique.

5.5 Structure des fichiers

Le fichier des points issu du module de traitement des observations GPS est structuré comme suit :
- Name : code ou nom de point.
- LAT et LON : coordonnées géographiques HE : hauteur ellipsoïdique.
- RMS : Root Mean Square.
- PDOP : Position Dilution Of Precision.

L'intégration des fichiers dans la base de données routières a été réalisée après avoir effectué une codification appropriée. Les extraits des tableaux ci-dessous (tableaux 1 et 2) représentent la structure des fichiers points issus après la transformation.

A travers cette application et les différents tests effectués, le positionnement en mode cinématique utilisé dans de bonnes conditions de géométrie et avec un nombre suffisant de satellites s'avère très pratique et précis dans le cas des levés des objets linéaires. La précision obtenue sur les coordonnées des points du levé est centimétrique ce qui est largement suffisant pour ce type d'application. Cette partie du projet consolidera sûrement les prochaines étapes de développement, basées sur l'intégration de ces fichiers dans la base de données routières et leur gestion dans le SIR.

6. Conclusion et perspectives

Le développement des applications routières réclame la gestion d'une quantité sans cesse croissante de données rattachées à l'espace routier. Des systèmes de levé topométrique mobile peuvent acquérir ces informations, en offrant un gain sensible de productivité grâce à la combinaison d'outils de navigation et d'imagerie numérique. Néanmoins, de tels systèmes, de mise en œuvre délicate, imposent un investissement financier considérable tant du point de vue matériel qu'humain.

Cette application de levé par GPS cinématique a permis de saisir des données d'une façon systématique, une première évaluation a démontré l'intérêt de son utilisation dans un contexte moderne de levé routier tout en s'assurant de sa compatibilité avec les méthodes classiques et les exigences générales de la gestion routière.

Afin d'approfondir les potentialités d'un tel outil, on se doit d'entreprendre certaines actions : Analyser de manière ciblée la **qualité des données** de navigation et de restitution, comparer **la géométrie de la route** déterminée par ce système mobile avec une géométrie de référence et enfin établir un test selon les **exigences des normes** pour la gestion routière.

Mais, le projet étant plus complexe, sa suite se fera avec l'utilisation de caméras vidéo combinées avec le GPS pour la restitution d'éléments routiers. Nos aspirations s'étendent à l'utilisation d'imagerie satellite à haute résolution (SPOT5, 2.5 m) qui s'est avéré concluante dans plusieurs projets internationaux. Le domaine routier saura certainement profiter de ces nouvelles techniques ; ce fait exige une planification réfléchie, précise et détaillée.

L'intégration des données géoréférencées dans le SIR permet une gestion globale, systématique et intégrale des objets routiers. De ce fait, l'intérêt à ces pratiques ne sera que croissant.

Tableau 1. Structure du fichier points avant transformation.

Name	LAT	LON	HE	RMS	PDOP	Observation
Référence	N 35 51 29.768970	W 0 18 49.708380	75.7812	0	2.2	Pt de base
B001	N 35 51 11.368639	W 0 19 25.605810	72.7919	0.012	2.2	Pt de détail
B002	N 35 51 11.055016	W 0 19 25.725727	72.4667	0.011	2.2	Pt de détail
????	N 35 51 86.024422	W 0 30 68.980776	49.3527	0.031	2.4	Pt trajectographie
????	N 35.51 86.024432	W 0 30 68.981452	49.3555	0.031	2.4	Pt trajectographie

Tableau 2. Structure du fichier points après transformation.

N°Point	X UTM (m)	Y UTM (m)	H(m)	Observation
A500	743147.543	3971328.909	50.938	Pt de détail
B501	743170.893	3971416.693	51.150	Pt de détail
P1	743263.021	3971499.811	49.343	pt trajectographie
P2	743263.019	3971499.811	49.353	pt trajectographie

Références

DUQUENNE F, WILLIS P, PEYRET F , BETAILLE D : *GPS : Localisation et navigation par satellites. Les applications autres que la localisation.* pp253-271. HERMES 2005.

EL-SHEIMY N. *The Development of VISAT – A Mobile Survey System for GIS Applications.* UCGE Reports Nr. 20101, Department of Geomatics Engineering, University of Calgary.1996

LOUKES D. K. *L'intégration d'un SIG et d'un logiciel de conception de réseaux routiers pour la planification des routes à grande circulation.* La conférence canadienne sur les SIG : 6iéme conférence internationale. Ottawa, 1994, pp. 845-856.

MENA J., *« State of the art on automatic road extraction for GIS update : A Novel Classification »*, Pattern Recognition Letters, vol. 24, nº 16, 2003, p. 3037-3058.

NECHNICHE H. *« modélisation du réseau routier en vue de la constitution d'une base de données routières »* Thèse de Magister- CNTS-Arzew-1996.

OGGIER R. ET GILGEN M., *Projet SYRROU : Systèmes de repérage spatial des données routières, Base pour la révision des normes VSS SN 640910 et SN 640911. EPFL,* Département de Génie Rural, Institut de Géomatique, Chaire de SIRS. 2000

PEYRET F, BETAILLE D : *GPS : Localisation et navigation par satellites. Le positionnement dynamique.* pp161-252. HERMES 2005.

PEYRET F : *Standardization of data flows on earthworks and road pavement sites using information systems.* Proceedings of the 19th International Symposium on automation and robotics for construction, Washington DC, USA, September 23-25, 2002.

ROBITAILLE Y., LANDRY J. M., GILBERT M., JODOUIN S., NECHNICHE H., OUELLETTE L., PILON D. ET TROTTIER O., *Réseau routier canadien. Avant-projet :* Rapport technique, Centre Canadien de Géomatique – Sherbrooke – Québec - Mai 1994.

TANAWA E. , ZIMMERMANN M., *La gestion urbaine et les systèmes d'information.* Revue internationale de géomatique. Paris - 1994. pp. 39-53.

TRL,DFID : *Guidelines for the design and operation of road management systems,* Overseas Road Note 15,2001.

WALTER V. ET FRITSCH D., *Structures de données SIG pour système de navigation pour véhicules automobiles.* La conférence canadienne sur les SIG : 6iéme conférence internationale. Ottawa, 1994, pp. 489-497.