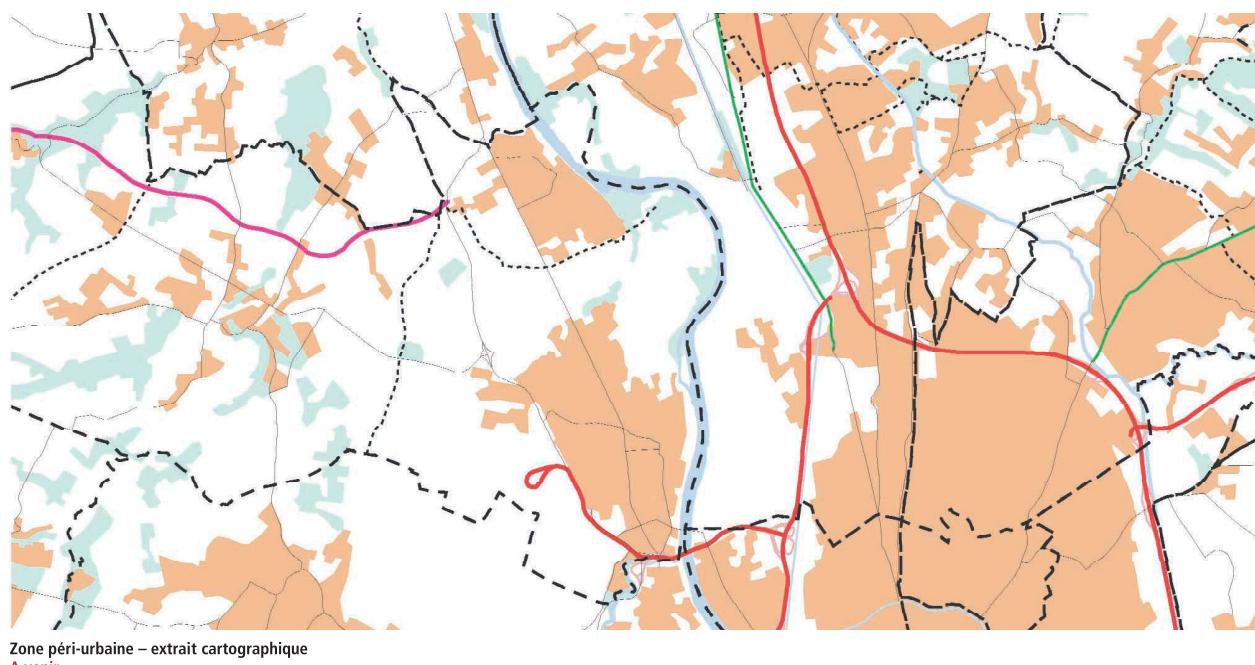


## Recherche Systèmes d'information géographique



### AUTEURS

Alexandre Cuer  
Ingénieur TPE  
Chef de l'unité Auscultations  
& réseaux, terrassements & contrôles  
Laboratoire régional  
des Ponts et chaussées (LRPC) Toulouse

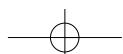
Gérard Chervet  
Ingénieur  
Charge de mission  
Visage et produits associés  
Laboratoire régional des Ponts  
et chaussées (LRPC) de Saint-Brieuc

# Couplen, un système d'information géographique (SIG) pour l'exploitation de la route

## 1<sup>re</sup> partie Gestion de la route et SIG : état de l'art

La gestion des données routières est une préoccupation majeure pour les exploitants de réseaux routiers. Elle nécessite généralement une panoplie d'outils informatiques sophistiqués qu'il faut savoir configurer et inter-connecter pour former un système d'informations routières (SIR). Depuis quelques temps, les SIR ont vocation à intégrer des objets géographiques. Cette évolution a révolutionné le monde routier, le forçant à intégrer l'univers bidimensionnel des cartographes. A cet effet, il a fallu mettre en œuvre des solutions embarquées de géocodage et de géo référencement pointues. Reposant sur la technologie GPS, certaines de ces solutions sont arrivées à maturité aujourd'hui.

Cette publication rappelle les fondamentaux de la gestion spatiale des données routières et présente les dernières avancées en la matière, en exposant diverses fonctionnalités d'un système informatique nommé Couplen, mis en œuvre par deux laboratoires régionaux du Réseau scientifique et technique (RST) de l'Equipement.



## Introduction

Cet article, à destination des collectivités territoriales, est le premier d'une série de deux, consacrée à la construction et à la mise à jour des référentiels géographiques routiers, à partir de la technologie GPS<sup>(1)</sup> qui se démocratise chaque jour un peu plus. Dans cette première partie est dressé un état de l'art en matière de gestion de données routières. Dans cet univers où l'on s'est longtemps contenté d'utiliser la distance curviligne pour identifier la position des objets étudiés, l'utilisation des logiciels systèmes d'information géographique (SIG) a été vécue comme une révolution. Il est en effet impératif de nos jours de savoir géocoder, c'est-à-dire de disposer

<sup>(1)</sup> Global Positioning System

d'une passerelle logicielle permettant de passer simplement de la distance curviligne aux coordonnées géographiques.

## La route et ses objets

Un gestionnaire de réseau routier jongle avec des informations de natures différentes (ponctuelle, continue ou discontinue), et caractérisées par une latéralisation sur la chaussée (droite, gauche, centre). Le monde de la route est fondamentalement un monde à une dimension. Tout est localisé à partir de points repères (PR) ou bornes, voire de points de localisation (PLO) représentant des éléments aisément visibles et stables : un ouvrage d'art, un carrefour, une rivière, ... Ces points constituent autant de jalons découplant la route en tranches, chacune d'entre elles se voyant qualifiée par une inter-distance.

Les informations routières sont collectées par des appareils à grand rendement, soit par saisie visuelle, soit par mesure physique. Lors de l'enregistrement d'une donnée, un odomètre permet de connaître en temps réel la valeur de la distance cumulée depuis le début de la session ou du parcours. Un traitement informatique [1] se charge alors de concaténer les sessions afin de réorganiser les données par route ou par itinéraire. Au final, une information est repérée par sa distance cumulée depuis le début de la route, ce qui se traduit en pratique par le numéro du plus proche PR précédent l'information, associé à la distance la séparant de ce même PR : on parle de localisation « PR plus abscisse ». Ainsi localisées, les données sont rassemblées dans un conteneur numérique permettant le stockage, la mise à jour et l'exploitation

des informations collectées : c'est la base de données routières (BDR). Les BDR les plus utilisées à ce jour sont Visage [2] et Routen [3].

Les données sont généralement restituées sous forme d'un schéma itinéraire (figures 1 et 2) qui permet de croiser et d'empiler plusieurs types d'informations pour en avoir une vision synthétique, facilitant par la même occasion une éventuelle prise de décision. L'outil de prédilection pour l'édition d'un schéma routier est Sillage [2], un progiciel de dessin vectoriel compatible avec la plupart des systèmes de bases de données utilisés dans le monde routier et développé par le Laboratoire régional des Ponts et chaussées (LRPC) de Saint-Brieuc pour le Service d'études pour les transports, les routes et leurs aménagements (Setra).

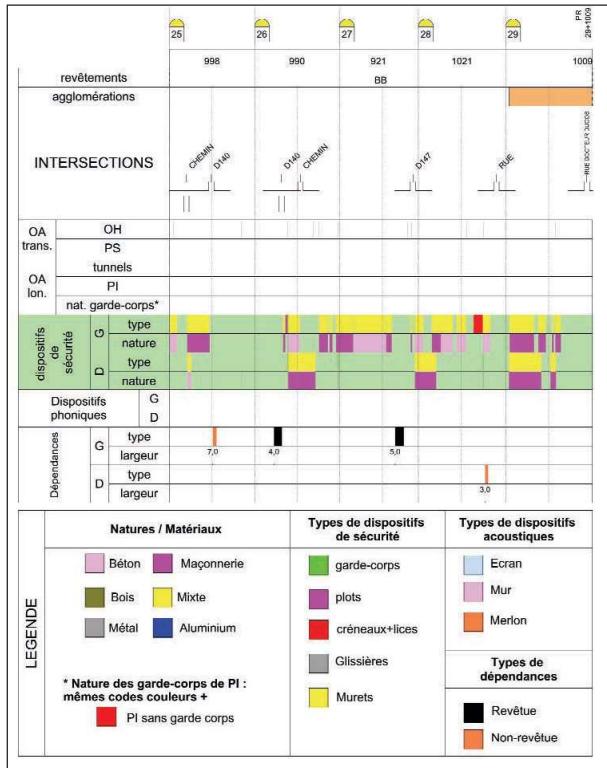


Figure 1  
Exemple de schéma itinéraire empilant des données issues de diverses auscultations à grand rendement (relevé visuel, analyse du profil en travers, mesure de la réponse en défexion)  
A venir  
A venir

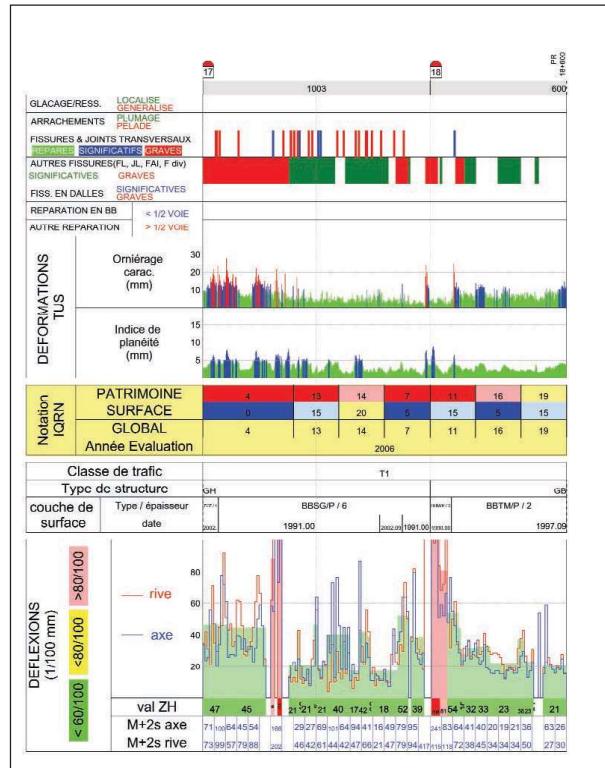


Figure 2  
Exemple de schéma itinéraire déroulant un relevé d'environnement (données de jalonnement, dispositifs de sécurité, dépendances, dispositifs phoniques)  
A venir  
A venir

# Recherche Systèmes d'information géographique

## La représentation cartographique et l'univers du SIG

Un SIG [4] permet de gérer des données alphanumériques spatialement localisées.

En pratique, il s'agit d'un monde à 2 dimensions<sup>(2)</sup> dont les objets sont des polygones, obtenues à l'issue d'une projection à plat de la réalité du terrain : on représente une partie ou la totalité de la surface de la terre sur la surface plane d'une carte.

La terre étant en fait un patatoïde, on commence par choisir, à partir de son géoïde global, un ellipsoïde de révolution représentatif que l'on définit par 2 constantes : son demi-grand axe et son aplatissement. On dote ensuite cet ellipsoïde d'un repère cartésien<sup>(3)</sup>. Un point M quelconque de la surface de la terre est alors complètement défini par ses coordonnées géographiques (figures 3 et 4) : la latitude  $\lambda$ , la longitude  $\varphi$  et la hauteur ellipsoïdale H.

Pour passer des coordonnées géographiques aux coordonnées planes ou cartographiques, on applique une projection [7]. Il en existe divers types : azimutales, coniques, cylindriques. La plus utilisée est sans aucun doute la projection conique conforme de Lambert [8], adoptée en France par l'institut géographique national (IGN) pour l'édition de ses cartes de base (figures 5 et 6).

Dans un SIG, plusieurs couches géographiques se superposent, chacune étant dédiée à un type d'information : la couche des routes, la couche des rivières,

<sup>(2)</sup> A l'heure actuelle et à notre connaissance, aucun SIG ne gère complètement les polygones et les volumes. Si l'on calcule la distance entre 2 points, on obtient la distance à vol d'oiseau, ne tenant pas compte du relief.

<sup>(3)</sup> L'ellipsoïde doté de son repère constitue un système de référence géodésique (SRG). Les plus anciens SRG, limités à un pays ou à un continent, sont qualifiés de « terrestres ». Les SRG les plus récents, qui sont globaux et mondiaux, sont appelés SRG « spatiaux ».

La nouvelle triangulation française (NTF), qui utilise l'ellipsoïde de Clarke, est un SRG terrestre. Le World Geodetic System (WGS 84 [5]), établi en 1984, est le SRG spatial utilisé par le système GPS. Parmi les SRG spatiaux, on citera aussi le référentiel géodésique français (RGF 93 [6]), mis en place en 1993 et utilisant un ellipsoïde très similaire à celui du WGS 84.

la couche des noms d'agglomérations. On parle de base de données géographique ou de référentiel cartographique.

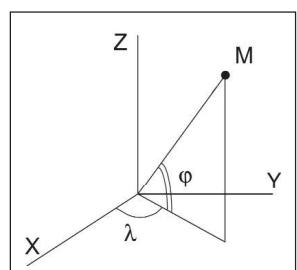


Figure 3  
Coordonnées géographiques  
A venir

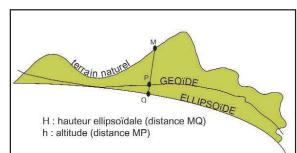


Figure 4  
L'ellipsoïde et géoïde  
A venir

L'IGN est en France le producteur historique de plusieurs référentiels cartographiques à l'échelle du pays. La BD CARTO [9], première base de données vectorielle de l'IGN, a été réalisée par digitalisation de cartes papier au 1/50 000. Depuis quelques temps, l'IGN est occupé à monter le référentiel à grande échelle (RGE) dont la composante topographique, à savoir la BD TOPO [10], est de précision métrique et tridimensionnelle.

## L'intrusion du SIG dans le monde routier

Depuis plusieurs années, on assiste à la banalisation de l'information géographique [11], auparavant réservée au domaine militaire. Les SIG sont devenus des outils majeurs de l'aménagement du territoire, s'imposant par voie de conséquence pour la gestion des réseaux routiers. Les administrateurs informatiques sont donc de plus en plus enclins à représenter les informations routières sur des cartes et pas seulement sur des schémas itinéraires plutôt réservés à des experts pour réaliser des diagnostics. Ils aspireraient même volontiers à gérer directement les données dans leur SIG.

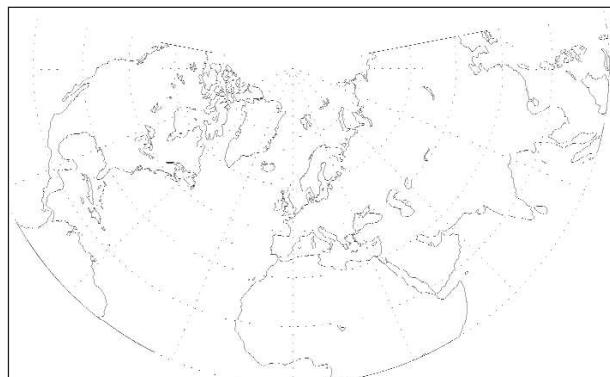


Figure 5  
Cartographie résultant de la projection Lambert  
A venir

Pour pouvoir représenter au sein d'un référentiel des informations routières relevées sur le terrain uniquement en curviligne, il faut un couplage qui définit une cohérence entre la superposition géographique de certains éléments routiers et la géographie des routes. On parle d'étalonnage du référentiel par rapport à des points dont on connaît sans ambiguïté les coordonnées cartographiques et la position « PR + abscisse ». Traditionnellement, il s'agit des carrefours (figure 7). Ce couplage permet le géocodage, c'est-à-dire le passage d'une localisation « PR + abscisse » à une localisation cartographique.

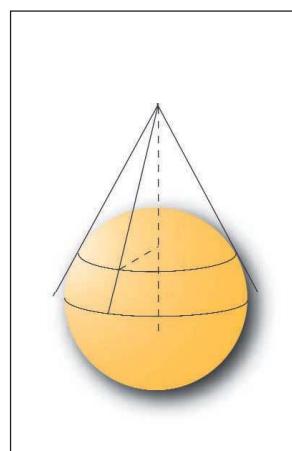


Figure 6  
Principe d'une projection conique  
A venir

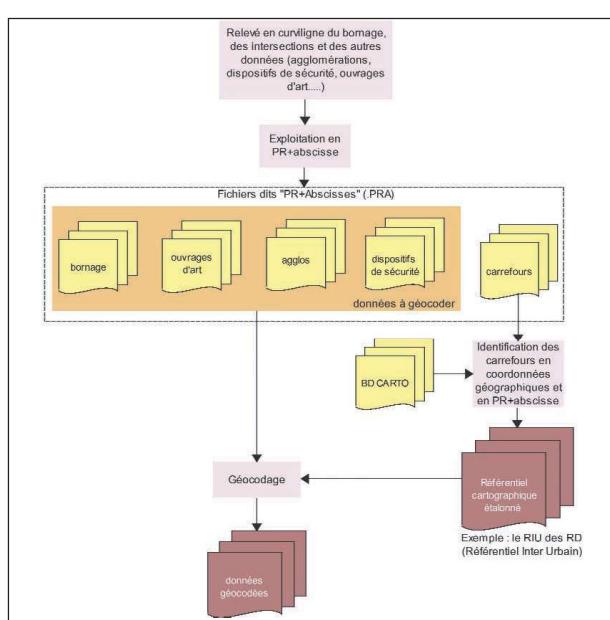


Figure 7  
La marche à suivre pour géocoder des données relevées en curviligne  
A venir

Le géocodage passe par une évaluation de la distance sur carte séparant l'information à géocoder du plus proche point étalonné la précédent. En général, ce calcul se résume à une simple règle de trois (figure 8).

A partir de la distance sur carte, il est ensuite aisément en parcourant les polygones constituant la route d'obtenir les coordonnées cartographiques correspondantes : on parle de coordonnées cartographiques géocodées.

Le géocodage à partir d'une cartographie étalonnée, s'il évite les débordements au niveau des carrefours et des baionnettes, n'en aboutit pas moins à une réalité toute virtuelle. Son intérêt principal est de garantir qu'entre deux points étalonnés, le positionnement relatif des éléments les uns par rapport aux autres ne soit pas contradictoire avec ce qu'on observe sur le terrain. Toutefois, rien ne permet d'affirmer que les coordonnées géocodées sont bien les véritables coordonnées cartographiques, obtenues par projection Lambert, en particulier en zone de montagne et d'autant plus si les calculs de distance sur carte sont directement effectués en projection et non sur l'ellipsoïde.

Dès lors que des travaux viennent à bouleverser le tracé d'une route (déviation, rectification de virage, insertion d'un giratoire), les distances entre les PR et entre les points étalonnés sont modifiées. Il est alors nécessaire de revoir l'étalonnage du référentiel par rapport

à ces nouvelles distances. A cette occasion, il serait même profitable de mettre à jour le tracé de la route, sans attendre la prochaine livraison commerciale du référentiel : avec l'avènement du système GPS [12] qui délivre en temps réel les coordonnées géographiques d'un individu pourvu qu'il soit équipé du récepteur adéquat, on est autorisé à envisager ce genre d'opération !

## Conclusion

La gestion géographique du patrimoine routier ouvre de nouvelles perspectives : elle permet de disposer d'une vision synthétique à l'échelle d'un territoire, dépassant ainsi la logique d'itinéraire propre au schéma linéaire. Certes, même le meilleur des cartographes a du mal à représenter plus de deux ou trois types de données simultanément sur un plan. Toutefois, ce débat n'est plus d'actualité car les SIG ont depuis quelques temps relégué l'utilisation des cartes papier à un plan secondaire. Lorsqu'on maîtrise parfaitement les outils de la géomatique, c'est à l'écran de l'ordinateur que la réflexion a vraiment lieu : c'est en empilant les couches et en combinant les divers éléments à disposition que l'on fait jaillir des informations inattendues. La seconde partie de l'article, disponible dans la prochaine édition, sera consacrée à une solution logicielle nommée Couplen et développée par le LRPC Saint-Brieuc.

Couplée à une tablette tactile, à un GPS et à un odomètre, Couplen permet d'acquérir à grand rendement des données géoréférencées et de construire parallèlement un véritable référentiel géographique. ■



## BIBLIOGRAPHIE

[1] DESY 2000 Robert Guillemin, Système assisté par ordinateur pour la collecte, le traitement et la restitution des informations de gestion routière - Bulletin de liaison des Laboratoires des Ponts et chaussées - Gestion de l'entretien de la route - Spécial XVII - 1994

[2] Jean-Louis Nissoux, Yves Lemarie, Visage, Vers un système complet d'aide à la gestion de l'entretien des routes - Bulletin de liaison des Laboratoires des Ponts et chaussées - Gestion de l'entretien de la route - SPECIAL XVII - 1994

[3] Fiche Pratique : Gérer l'évolution du réseau routier sous ROUTEN - SETRA - Service d'Etudes Technique des Routes et Autoroutes - Gérard Chevet - 2004

[4] Patrick Marmonier, L'information géographique - Modélisation et saisie des données vecteurs - Ecole nationale des sciences géographiques - Supports de cours - 2002

[5] World Geodetic System 1984 - Its definition and relationships with local geodetic systems - technical report - National Imagery Mapping Agency - Department of defense - January 1984

[6] Lambert 93 - projection associée au système géodésique RGF 93 - Institut géographique national - Service de géodésie et nivellation - Octobre 2000

[7] Patrick Sillard - Les projections et référentiels géographiques - Ecole nationale des sciences géographiques - Septembre 2000

[8] Projection cartographique conique conforme de Lambert - Algorithmes - Notes techniques NT/G 71 - Edition 1 - Institut géographique national - Service de géodésie et nivellation - janvier 1995

[9] BD CARTO - descriptif technique - version 3 - Institut géographique national - <http://www.ign.fr> - 2006

[10] BD TOPO version Pays 1.2 - descriptif de contenu - Institut géographique national - <http://www.ign.fr> - décembre 2006

[11] Hervé Morin, « La cartographie multiplie les dimensions grâce à l'informatique » - Le Monde - 13 mai 1998

[12] Introduction au GPS, système de positionnement à l'échelle du globe - notions de base - version 1.0 - [www.leica-geosystems.com](http://www.leica-geosystems.com) - Leica Geosystems - 2001

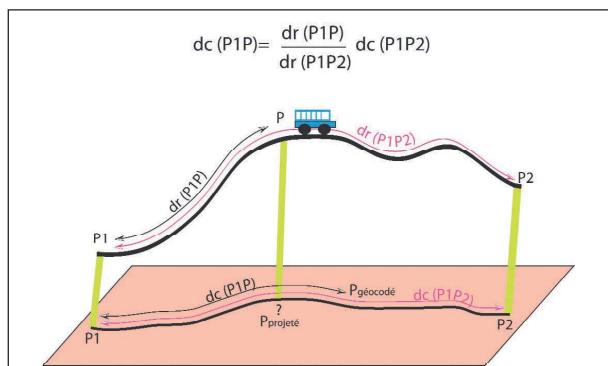


Figure 8  
Géocodage entre deux points étalonnés P1 et P2  
A venir