

PLACEMENT AUTOMATIQUE DES ÉCRITURES SUR LA CARTE ROUTIÈRE DE FRANCE A PARTIR DE LA BD MILLION

François Lecordix - Mathieu Barrault

Institut Géographique National - Service de la Recherche - Laboratoire COGIT
2 avenue Pasteur - BP 68 - 94160 Saint-Mandé FRANCE
Tel (33-1) 43 98 85 45 - Fax : (33-1) 43 98 81 71

E-Mail : lecordix@ulyse.ign.fr
barrault@ulyse.ign.fr

ABSTRACT

We present hereafter the current state of the R&D activities conducted at the Institut Géographique National on automated map name placement. Our approach to the automation of name placement on map is introduced firstly, and the results obtained for the production of the million scale map of France (over 14,000 letterings) are then discussed.

INTRODUCTION

Depuis trois ans, le laboratoire COGIT de l'Institut Géographique National étudie le placement automatique des écritures avec une qualité cartographique. Ces travaux ont pour but d'exploiter aux mieux les SIG et les bases de données géographiques, notamment pour la rédaction de cartes. Or si certains logiciels du marché gèrent le non chevauchement des écritures entre elles, les résultats obtenus ne sont pas d'une qualité cartographique suffisante pour être exploitable efficacement lors de la rédaction de cartes.

Appliquée à la nouvelle carte routière au 1/1 000 000 issue de la BD Million, la démarche utilisée ici, présentée en détails à EGIS [12] et à Autocarto 12 [4] fournit des résultats de qualité cartographique pour plus de 90% des écritures traitées. Moins de 10% des écritures sont alors retouchées interactivement pour améliorer la position obtenue automatiquement.

Après une présentation des données à traiter, ce texte rappellera sommairement les principes utilisés lors du placement automatique et détaillera les résultats obtenus dans le cadre de cette nouvelle carte routière obtenue à partir de la BD Million et comportant plus de 14 000 écritures.

BD MILLION

Afin d'améliorer son produit numérique de données routières sur la France à petite échelle, l'IGN réalise actuellement la BD Million, dérivée de la BDCarto® (base de données cartographiques, de précision décimétrique, saisie au 1 : 50 000). La BD Million est obtenue par généralisation semi-automatique et interactive des données initiales : sélection de 10% des routes de la BDCarto®, lissage des éléments linéaires avec l'algorithme de Douglas [9], déplacement des routes sous Arc Info en visualisant leur emprise...

Outre les produits numériques (bases routières pour les applications d'aide à la navigation...), la BD Million doit permettre de réaliser une nouvelle carte routière au 1/1 000 000. Or, en tant que base de données, la BD Million fournit la dénomination de tout objet de la base (noms de villes, numéros de routes...), mais elle ne donne directement aucune information quant aux positions finales des écritures sur la carte, positions qui dépendent des polices utilisées, de l'échelle de rédaction, de la légende de la carte, des règles cartographiques...

Lors de la réalisation de la carte et pour une bonne lisibilité de celle-ci, il est donc nécessaire de placer cartographiquement les différentes écritures correspondant aux thèmes :

- des objets hydrographiques avec des noms à disposition surfacique ou linéaire, soit environ 300 toponymes;
- des villes et les points remarquables (sites touristiques, cols...): 4300 toponymes;
- des routes constituées de 26 000 arcs, renseignés notamment par leur numéro et leur longueur avant généralisation, qui nécessitent de placer sur la carte environ 4500 numéros;
- des pointeurs entre lesquels on désire pouvoir lire sur la carte les distances kilométriques, soit environ 5600 indications kilométriques.

Si le placement des écritures était réalisé interactivement, il faudrait prévoir plus de 500 heures de travail (détermination des arcs à nommer, calcul des distances kilométriques, placement interactif). L'utilisation des logiciels développés au COGIT a pour objectif de réaliser l'essentiel du travail en quelques heures de calcul informatique et de réduire à, au plus, une cinquantaine d'heures le travail interactif nécessaire pour corriger les défauts de positionnement fournis par les calculs précédents.

PRINCIPES GENERAUX

Pour aller au-delà des recherches déjà menées par ailleurs [2, 3, 7, 8, 14, 15], nos travaux ont mis l'accent particulièrement sur deux familles de contraintes :

- * Prise en compte du fond cartographique pour obtenir une bonne qualité esthétique du placement.
- * Possibilité de traiter une carte complète pouvant comporter plusieurs milliers d'écritures.

Au cours de ces trois dernières années, nos recherches ont abordé successivement les écritures horizontales attachées à des objets ponctuels ou surfaciques [6, 12], puis les noms à disposition linéaire de courte longueur, comme les numéros de route [4, 5], suivis des indications kilométriques positionnées horizontalement mais renseignant des objets linéaires [13].

Si chacun de ces trois types d'écritures obéit à des règles cartographiques spécifiques, les stratégies de résolution adoptées sont très similaires.

Ainsi pour les toponymes horizontaux, rappelons d'abord les principales règles qu'utilise implicitement le cartographe pour positionner les écritures [1, 11] et qu'on peut classer en 2 catégories :

- ✓ Règles s'appliquant au nom pris isolément

- R1) Le nom désigne l'objet sans ambiguïté, donc il doit être plus proche de son objet que des autres objets.

- R2) Les noms doivent gêner le moins possible le reste du contenu de la carte et même éviter totalement certains détails (symboles ponctuels, carrefours et sinuosités de routes...)

- R3) En cas de choix après les deux règles précédentes, on choisit l'emplacement selon l'ordre de préférence de la figure 2; précisons que ce schéma est à comprendre en termes de zone préférentielles et non comme une limitation à uniquement six positions strictes.

- R4) Les noms composés de plusieurs mots et qui désignent des lieux habités peuvent être disposés sur deux lignes.

- R5) En cas de présence d'une ligne planimétrique importante, le nom et l'objet à renseigner sont du même côté par rapport à cette ligne.

✓ Règles s'appliquant aux noms entre eux :

- R6) Deux noms ne doivent pas se chevaucher ou se situer trop près l'un de l'autre.

- R7) Deux noms ne doivent pas former une figure géométrique (alignement).

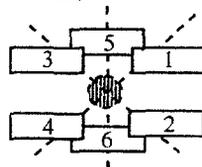


Figure 2 : Positions privilégiées

Précisons d'une part que toutes ces règles sont très manichéennes mais le cartographe réalise souvent un compromis entre ces différentes contraintes qui, dans la pratique, s'avèrent souvent contradictoires. D'autre part, si les règles R3 et R6 ont souvent été modélisées dans les logiciels traitant du placement automatique des écritures, il n'en est pas de même avec la règle de lisibilité R2 qui est pourtant primordiale pour obtenir une bonne qualité cartographique. Le logiciel du Cogit a résolu ce problème en travaillant en mode maillé : la carte est rédigée avec une légende de mutilation fournissant des pixels compris entre 0 et 10 : les pixels de 0 à 9 correspondent à des éléments cartographiques qu'il est de plus en plus préjudiciable de masquer par des écritures et des pixels en 10 correspondent à des éléments qu'il est interdit d'écraser par une écriture. La qualité d'une position en ce qui concerne la règle de lisibilité R2 est alors caractérisée par la valeur : pixels recouverts valeurs des pixels/nombre de pixels recouverts, et la position est interdite si un des pixels recouvert est affecté d'une valeur de 10. La finesse du maillage est un consensus entre la précision du recouvrement et la durée des temps de calculs. Une précision de 8 points par millimètre donne un résultat rapide satisfaisant, une résolution de 16 sera plus lente mais de meilleure qualité cartographique.

La démarche générale retenue dans l'algorithme de notre logiciel est alors :

Afin d'obtenir un placement soigné, nous testons donc un nombre important de positions pour chaque objet à renseigner. Pour chacune de ces positions, nous procédons à une quantification de sa qualité en fonction des règles cartographiques R1 à R5 rappelées précédemment qui sont combinées suivant les souhaits du cartographe (par exemple privilégier la non mutilation du fond cartographique R2 ou privilégier l'ordre de préférence R3). Cette quantification permet d'affecter un coût à chaque position, appelé poids propre. Celui-ci traduit la qualité intrinsèque d'une position indépendamment des autres noms. Nous retenons alors, pour chaque nom, les m meilleures positions possibles, c'est-à-dire celles qui ont des valeurs de poids propre les plus faibles. Le facteur m est un paramètre du programme que nous fixons généralement à la valeur 30 qui se révèle être un bon compromis entre les problèmes de qualité nécessitant un choix très large de positions et les problèmes de volume de données informatiques imposant une limitation du nombre de ces positions. Il reste alors à sélectionner parmi ces m meilleures positions, celle à retenir en tenant compte des autres noms et des règles R6 à R7. Cette sélection peut se faire suivant différentes stratégies de placement : des méthodes heuristiques séquentielles voisines de celle de Ahn et Freeman ou des méthodes globales par optimisation

mathématique.

Pour les écritures routières, un problème supplémentaire réside dans la non-bijektivité entre les arcs contenus dans la base de données et les numéros de route placés sur la carte : il est impossible et inutile, sur la carte, de nommer tous les tronçons de route car le lecteur déduit intuitivement, grâce à la légende et à la répartition des arcs sur la carte, le noms de certains tronçons de route. Après la sélection des tronçons à nommer, la démarche est alors similaire à celle des noms horizontaux, à savoir détermination de positions possibles, quantification de leur qualité et choix de la meilleure position en empêchant les chevauchements d'écritures entre elles. Ces traitements sont précisés plus en détail dans une présentation de cette conférence [5].

Pour le placement des indications kilométriques à partir des pointeurs saisis préalablement interactivement sur le réseau routier, la première étape réside dans la détermination de chemin le plus court entre deux points dans un graphe. La détermination de la position des indications kilométriques procède alors des mêmes principes que précédemment : détermination de positions possibles, quantification de leur qualité, choix de la meilleure position en évitant les recouvrements d'écritures entre elles [13].

RESULTATS EXPERIMENTAUX

En avril 1995, tous les principes énoncés précédemment ont été utilisés pour la carte routière au 1/1 000 000, selon les différences suivantes :

- Placement interactif des noms à disposition surfaciques : 1 journée
- Placement automatique des noms horizontaux : 1 heure de calcul
- Correction interactive des 10% d'erreurs de positionnement précédents : 2 jours
- Placement interactif des noms à disposition linéaire hydrographique : 1 journée
- Placement automatique des 4500 numéros de routes : 2 heures de calcul
- Placement automatique des 5600 indications kilométriques : 3 heures de calcul.

Rappelons, pour mémoire, que réaliser entièrement interactivement ce travail aurait nécessité plus de 500 heures. La qualité cartographique du résultat obtenu peut être observée directement sur la carte lors de la session poster n°1 de cette conférence.

CONCLUSION

Les gains de productivité appréciables obtenus par ces techniques de placement automatique des écritures appliquées sur la carte routière au 1/1 000 000 issue de la BD Million (après ceux obtenus sur la carte expérimentale au 1/25 000 issus de la BD Topo®) nous incitent à poursuivre des recherches suivant deux axes.

D'abord, en utilisant toujours les mêmes principes, le placement d'autres types d'écritures est en cours d'étude : les noms à disposition linéaire tels que les cotes des courbes de niveau, les noms de rivière, les noms de rue ... Ultérieurement, les noms à disposition surfacique seront étudiées.

D'autre part, des recherches vont être menées pour analyser et résoudre les causes des 10 % de mauvais positionnement obtenus actuellement.

En parallèle, cette technique de placement automatique pourra être testée sur de nouvelles cartes comme le 1/100 000 (67 feuilles) ou le 1/250 000 (17 feuilles) à partir de la BD Carto® et le 1/25 000 (2 000 cartes) à partir de la BD Topo.

Elle permet d'exploiter au mieux les SIG pour l'édition de carte avec une grande qualité cartographique, en évitant la "cartocratie" qu'évoquait Philippe Giraudin en 89 dans le bulletin du Comité Français de Cartographie [10] : l'utilisation des SIG et des bases de données pour la rédaction de cartes ne doit pas se faire au détriment de la qualité cartographique. C'est avec ces mêmes objectifs, que le Cogit travaille actuellement sur les problèmes de généralisation qui sont un autre frein important d'utilisation des bases de données pour la rédaction cartographique.

REFERENCES

- [1] **Alinhac G.** Ecritures. Cartographie théorique et technique, fascicule I. chap IV. IGN, Paris, 1964.
- [2] **Ahn J. & Freeman H.** A program for Automated Name Placement. Proc Autocarto 6. 1983. Vol 2 p 444-453.
- [3] **Ahn J.** Automatic Map Name Placement System. Image Processing Laboratory Technical Report 063. Electrical, Computer, and Systems Engineer Department, Rensselaer Polytechnic Institut., Troy, 1984, New York.
- [4] **Barrault M.** Placement automatique des toponymes sur le réseau routier du million. Rapport de DEA (Master Level) Sept. 1993.
- [5] **Barrault M.** An Automated System for Linear Feature Name Placement which Complies with Cartographic Quality Criteria, AutoCarto XII, 1995, pp. 321-330.
- [6] **Chiré F.** Programme de positionnement automatique des noms de communes. COGIT. IGN. Paris, 1992.
- [7] **Cromley R.C.** An LP Relaxation Procedure for Annotating Point Features Using Interactive Graphics. Proceedings, AUTO-CARTO VII, 1985, pp. 127-132.
- [8] **Cromley R.C.** A Spatial Location Analysis of the Point Annotation Problem. Proceedings, Second International Symposium on Spatial Data Handling, 1986 pp. 38-49, Seattle, Washington.
- [9] **Douglas D. & Peucker T.** Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitized line or its caricature. Canadian Cartographer, 1973, Vol. 10, pp.112-122.
- [10] **Giraudin P.** Une dérive inquiétante : la "cartocratie". Bulletin du Comité Français de Cartographie. Fascicule n 119. Mars 1989.
- [11] **Imhof E.** Positioning Names on Maps. The American Cartographer. 1975, Vol.9, n.1, pp. 5-17.
- [12] **Lecordix F., Plazanet C., Chirié F., Lagrange J.P., Banel T. & Cras Y.** Placement automatique des écritures d'une carte avec une qualité cartographique. Proc EGIS'94, Paris, 1994, pp. 22-32.
- [13] **Marrot J.M.** Positionnement automatique des kilométrages. Rapport de DÉSS (Master Level), 1994.
- [14] **Zoraster S.** Integer programming applied to the map label placement problem. Cartographica, 1986, Vol. 23, n. 3, pp. 16-27.
- [15] **Zoraster S.** Practical experience with a map label placement program. Proceedings, Auto-Carto VIII, 1987, pp.701-707