LE NOUVEAU 1:100 000 DE L'IGN ET SES TECHNIQUES DE PRODUCTION

par François Lecordix
Institut géographique national, 2 avenue Pasteur, 94160 Saint-Mandé Cedex
francois.lecordix@ign.fr

RÉSUMÉ

L'Institut géographique national produit une série de cartes topographiques au 1 :100 000. Réalisée par mise à jour depuis plusieurs décennies, cette série connaît une complète réfection grâce à l'utilisation de nouvelles techniques cartographiques proposées par le projet de développement Carto2001 qui exploite les travaux de recherche du laboratoire COGIT de l'IGN. Les innovations techniques permettent d'automatiser fortement les tâches de généralisation et de placement des écritures pour la réfection des cartes, et de propagation des mises à jour pour leur révision. À partir de la base de données géographiques BDCarto®, il est alors possible de produire et de mettre à jour à moindre coût une base de données cartographiques couvrant la France entière, appelée BDTop100, qui permet d'éditer la série de cartes au 1:100 000.

1 AUX SOURCES DU 1:100 000

1.1 Historique de la série au 1:100 000 de l'Institut géographique national

Produite depuis plus de 50 ans, la carte au 1:100 000 de l'Institut géographique national a connu différentes versions dont on peut remonter l'histoire.

La *Top100* actuellement diffusée par l'IGN est composée de 74 titres destinés à couvrir la France métropolitaine. Créée entre 1997 et 1999, cette série est issue d'un aménagement de la version précédente, la *Série verte*, comportant l'ajout d'informations touristiques et la réfection de certaines teintes. La mise à jour de cette série avait été initialement réalisée par des procédés traditionnels (dessin et photogravure), puis elle l'a été par dessin sur ordinateur en mode raster.

La *Série verte*, version précédant la *Top100*, était aussi composée de 74 titres et a été produite en première édition entre 1969 et 1975 par l'assemblage en photogravure de la série précédente appelée *1:100 00 petit format*. La mise à jour de la *Série verte* a été réalisée par des procédés traditionnels.

Le *1:100 000 petit format*, réalisé entre 1953 et 1968 pour la première édition, était constitué de 293 feuilles et a été obtenu par généralisation des cartes topographiques au 1:50 000 principalement et au 1:80 000 pour quelques cartes. L'emprise de chaque feuille représentait environ un quart de l'emprise des feuilles actuelles. Réalisée par des cartographes pendant 15 années de labeur, cette série est donc la source principale de toutes les versions suivantes, en particulier pour la géométrie qui a pu subir, par la suite, toutes les avanies dues au temps et aux procédés de photogravure. Toutes les versions suivantes, et donc la *Top100* actuelle, découlent en fait principalement de mises à jour et non d'une réfection complète en ce qui concerne la géométrie des éléments représentés.

Cette ancienneté de la source de la *Top100* - plus de 40 ans d'âge - et les dégradations et les déformations subies au cours du temps ont incité l'IGN à réaliser une réfection complète de la série, en repartant de sources originelles. Cependant la production de la première version de cartes au 1:100 000 avait nécessité environ 4500 heures par feuille du format actuel. Il était donc absolument nécessaire de réduire drastiquement la charge nécessaire pour produire cette nouvelle première édition.

1.2 La BDCarto®

L'Institut géographique national produit depuis 1986 un référentiel géographique à moyenne échelle : la BDCarto®. Cette base de données géographiques est en mode vecteur et couvre l'ensemble de la France avec une précision décamétrique. Obtenue à l'origine par vectorisation de la série de cartes topographiques au 1:50 000, la BDCarto® est régulièrement mise à jour depuis sa création. Elle fournit l'information géographique par thèmes séparés : routier et ferré, hydrographie, franchissement, administratif, équipement, touristique, occupation du sol, informations toponymiques enregistrées sous forme d'attributs d'objets géographiques, etc. Un exemple de données de la BDCarto® symbolisées avec une légende cartographique au 1:100 000 est fournie dans la figure 1. Conçue d'abord pour les gestionnaires de réseaux, la BDCarto® devait aussi permettre de fournir une base originelle pour les produits cartographiques à moyenne échelle.

1.3 Premières tentatives de cartographie de la BDCarto® pour la *Top100*

Dès 1989, l'Institut géographique national a souhaité exploiter la BDCarto® pour réaliser des produits cartographiques de qualité, à moyenne échelle. Les premières études entreprises par le Bureau d'études cartographiques ont montré la nécessité d'enrichir la BDCarto® pour obtenir des produits à l'échelle cartographiques du 1:100 000, ce qui fut immédiatement entrepris. Ces études ont aussi montré, au début des années 1990, qu'il manquait des outils numériques pour réaliser la généralisation cartographique, indispensable si l'on voulait obtenir un produit cartographique d'une qualité graphique identique à celle obtenue manuellement par les cartographes dans le passé.

Entre 1996 et 1997, au cours du projet de développement Top100, l'IGN a essayé de mettre en place un processus numérique de réalisation de la *Top100* à partir de la BDCarto®. Les techniques mises en oeuvre reposaient principalement, pour la généralisation et le placement des écritures, sur des solutions interactives, seules solutions industrielles disponibles à l'époque. L'expérimentation sur une feuille prototype a permis de calculer précisément la charge nécessaire pour réaliser interactivement la réfection de la série : 1800 heures par carte. Devant la charge importante nécessaire pour effectuer cette réfection et face à l'absence de solutions économiquement viables pour la mise à jour de ces cartes, la réalisation de la *Top100* à partir de la BDCarto® a été mise en attente.

2 LES BESOINS CARTOGRAPHIQUES

2.1 Les recherches depuis 1991

Afin d'exploiter au mieux les bases de données géographiques naissantes, l'Institut géographique national a décidé au début des années 1990 de lancer un important programme de recherche sur les systèmes d'information géographique et l'exploitation des bases de données vecteur. Ces recherches ont été effectuées au sein du laboratoire COGIT (Conception Objet et Généralisation de l'Information Topographique) du Service de la recherche de l'IGN. Trois axes majeurs de recherche ont été définis : la généralisation, le placement automatique des écritures et les traitements sur les bases de données (appariement, mise à jour...). Ces thèmes ont simultanément mobilisé jusqu'à une douzaine de chercheurs ainsi que de nombreux stagiaires au cours des années 90. Ils ont donné lieu à la publication d'une quinzaine de thèses dont plus de la moitié concernait la généralisation. On peut citer notamment les thèses de (C. Plazanet, 1996; E. Fritsch, 1997 ; J.F. Hangouet, 1998 ; M. Barrault, 1998; A. Ruas, 1999; T. Badard, 2000; S. Mustière, 2001). Signalons que, même si de grandes avancées ont été obtenues comme cela sera indiqué dans la suite de cet article, les recherches sur la généralisation continuent actuellement au laboratoire COGIT.

Dans la continuité de ces recherches en généralisation du COGIT et dans le but de les industrialiser, le projet européen AGENT a démarré en 1997 pour expérimenter les techniques issues de l'intelligence artificielle afin de résoudre les problèmes de généralisation. Le projet AGENT, d'une durée de trois ans, était dirigé par le laboratoire COGIT, avec la participation des universités d'Edimbourg et de Zurich pour la généralisation, de l'Université de Grenoble pour l'intelligence artificielle et de l'industriel Laser-Scan (récemment renommé 1Spatial) pour fournir le SIG orienté objet LAMPS2. Le SIG LAMPS2 servit de socle pour la mise en place d'un prototype de logiciel de généralisation automatique, appelé prototype AGENT, disponible en 2001 (M. Barrault *et al.*, 2001).

2.2 Le projet Carto2001

En attendant les résultats du projet AGENT, l'Institut géographique national lançait en juin 1999, au sein du Service de la recherche, un nouveau projet de développement, le projet "Carto2001, Odyssée de l'espace cartographique" en vue de réaliser et de mettre à jour à moindre coût la *Top100* à partir de la BDCarto®. Pour diminuer autant que possible les coûts, il était nécessaire d'exploiter les résultats du projet AGENT ainsi que les travaux du laboratoire COGIT sur la généralisation, le placement des écritures et la mise à jour, afin d'automatiser autant que possible ces étapes du processus de réalisation de la *Top100* à partir de la BDCarto®.

La figure 1 illustre le domaine d'activité du projet Carto2001. À partir de la BDCarto® à un instant t1, il faut dériver une base BDTop100 en effectuant, d'une part, des prétraitements automatiques cartographiques déjà maîtrisés - par exemple le calcul du symbole cartographique en fonction d'une combinaison d'attributs géographiques -, et, d'autre part, la généralisation et le placement des écritures, deux domaines où l'automatisation est à introduire. La BDTop100 permet alors par impression numérique de produire les cartes *Top100* au 1:100 000 en édition 1. En considérant un instant ultérieur t2, la BDCarto® dispose de données mises à jour. Par un processus automatique de comparaison de base à deux dates t1 et t2, il est possible d'extraire des données différentielles de mise à jour entre t1 et t2, qui vont pouvoir être utilisées pour réviser le plus automatiquement possible la BDTop100 à l'instant t1 et la faire passer à l'instant t2. La nouvelle version de la BDTop100 sert alors à éditer la carte *Top100* en édition 2. L'automatisation des processus de généralisation, de placement des écritures et de mise à jour constitue l'apport principal du projet Carto2001.

Malgré les apports de l'automatisation pour la généralisation et le placement des écritures, il reste actuellement des phases interactives non négligeables pour finaliser le travail. Il est donc important de signaler que le scénario de recréation complète de la BDTop100 à l'instant t2 à partir de la BDcarto® à l'instant t2 est moins rentable que la solution de propagation des mises à jour, telle qu'elle est présentée ci-dessus.

2.3 La réfection

La réfection numérique doit permettre de passer de la BDCarto®, base géographique, à la BDTop100, base cartographique, en faisant intervenir la légende cartographique au 1:100 000, souhaitée pour l'édition finale de la carte, que celle-ci soit sous forme papier ou numérique. La réfection numérique souhaitée doit donc apporter des solutions aux problèmes de visualisation cartographique, inhérents à une base géographique qui se soucie plus de précision géométrique et de structuration des données. La distinction entre base géographique et base cartographique est illustrée par les figures 2 (symbolisation cartographique appliquée sur la base géographique BDCarto® sans modification géométrique) et 3 (BDTop100, base cartographique à l'échelle du 1:100 000 prenant en compte les contraintes de lisibilité cartographique et modifiant la géométrie des objets cartographiés pour assurer cette lisibilité).

Entre ces deux bases de données, un travail important de généralisation et de placement des écritures a été réalisé. Lors de l'expérimentation menée par le projet Top100 en

1997, ce travail complet a été estimé à 16 mois par carte en utilisant la méthode interactive. Il peut être intéressant de rappeler que le travail équivalent, réalisé de manière manuelle dans les années 50, avait nécessité environ 4500 heures par carte.

La généralisation requiert, pour assurer la lisibilité cartographique, de déplacer, par exemple, des routes pour supprimer leur superposition, ou d'éliminer des virages dans une série en lacets afin de ne pas occuper trop de place sur la carte. Ce travail complet de généralisation a été estimé en 1997, en interactif, à 1200 heures par carte.

Pour le placement des écritures, si tous les objets de la base géographique disposent d'attributs toponymiques (noms de villes ou villages, numéros de routes, noms de rivières...), il reste à déterminer, pour chaque écriture, sa position sur la carte en tenant compte de l'échelle, de la légende des objets, de la limite de la feuille et des règles cartographiques spécifiques aux écritures. Comme pour la généralisation, les règles cartographiques de placement des écritures sont nombreuses et non manichéennes ; elles nécessitaient jusque là l'intervention du dessinateur cartographe travaillant, soit de manière manuelle comme dans le passé, soit, comme actuellement, de manière interactive sur poste de travail. Cette charge de travail a été estimée en 1997 à 800 heures par carte en travaillant interactivement.

2.4 La révision

Pour produire les éditions suivantes de la BDTop100 et de la carte, il est plus avantageux d'intégrer localement les mises à jours déjà effectuées dans la BDCarto® et de les propager localement dans la BDTop100 en tenant compte à nouveau des contraintes cartographiques de lisibilité qui peuvent conduire, par exemple, à généraliser les données de mise à jour.

Contrairement à la réfection complète, onéreuse mais rare, la révision nécessaire à la mise à jour de la carte est un processus qui nécessite une charge de travail moins élevée, mais qui se produit très fréquemment. Il est donc important, dès la réfection de la série, de mettre en place un processus de révision qui soit le plus économique possible car la répétition de l'opération pèsera lourdement sur les coûts de réalisation de la série, si l'on se réfère à la durée de vie de cette dernière. Le projet Top100 n'a pas estimé, en 1997, la charge nécessaire pour la réalisation de la mise à jour de manière interactive, mais on connaît désormais les charges pour la mise à jour de la *Top100* sous forme raster : 300 heures par carte en 2003.

3 LES NOUVELLES TECHNIQUES CARTOGRAPHIQUES

3.1 La généralisation

Le premier domaine où le projet Carto2001 apporte des solutions industrielles nouvelles est celui de la généralisation. Grâce à des outils de mesures fournis par le projet AGENT, il est possible de déterminer automatiquement les conflits cartographiques d'empâtement de virages, de superposition de routes, ou de carrefours et échangeurs illisibles (figures 4). Des algorithmes issues de la recherche et industrialisées par le projet AGENT permettent de résoudre ces conflits en simplifiant les formes, en caricaturant les virages (exagération ou suppression), en déplaçant des éléments (M. Bader, 2001), tout en maintenant la continuité des réseaux ou la cohérence inter thèmes (fig. 5).

Ces outils informatiques de mesures de conflits et d'algorithmes de généralisation ne suffisent pas pour automatiser le processus. C'est pourquoi le projet a utilisé aussi des stratégies de généralisation en utilisant les techniques AGENT pour la généralisation des virages et en développant des solutions innovantes pour la généralisation des réseaux avec la notion de graphe de flexibilité, qui regroupe des conflits de généralisation afin de les traiter simultanément. Ces stratégies sont au cœur de l'automatisation de la généralisation et sont décrits plus en détail dans (Y. Jahard *et al.*, 2003; F. Lecordix *et al.*, 2005)

Toutes ces solutions sont mises en oeuvre dans le SIG LAMPS2 et permettent d'obtenir la résolution de la plupart des conflits : 99% des problèmes d'empâtement et 95% des problèmes de superposition sont résolus automatiquement. De plus, pour les problèmes non résolus, il est possible de les détecter automatiquement et donc de guider l'opérateur pour reprendre interactivement les problèmes restants.

3.2 Le placement des écritures

Pour le deuxième problème majeur de la réfection, le projet Carto2001 a développé WinPAT, un logiciel sous Windows de placement automatique des écritures. Le logiciel permet de positionner toutes les écritures horizontales (toponymes de villes et villages, points de cote...), orientées (numéros de route, cotes de courbes...) et sur courbe (noms de rivières ou routes). Seuls les noms à disposition surfacique ne sont pas pris en compte par le logiciel. À partir d'informations toponymiques stockées comme attributs sur les objets géographiques, le logiciel va chercher à déterminer la meilleure position de l'écriture sur la carte pour l'échelle choisie en tenant compte à la fois du contexte cartographique (éléments du fond de carte) et des autres écritures avoisinantes. Le logiciel modélise les règles cartographiques traditionnelles de placement des écritures. Il est paramétrable en fonction des préférences de l'utilisateur cartographe (F. Lecordix *et al.*, 1994)

Interfaçable avec plusieurs SIG, dont LAMPS2 utilisé pour la BDTop100, le logiciel WinPAT permet de positionner de manière satisfaisant 85% des écritures, le reste étant repris interactivement par le dessinateur cartographe. La figure 3 permet de se rendre compte du résultat obtenu sur un extrait de la BDTop100.

3.3 La mise à jour

Dernier volet des nouvelles techniques issues des recherches du laboratoire COGIT, le processus de révision par propagation automatique des mises à jour d'une base à l'autre a été industrialisé par le projet Carto2001. Pour ce

nouveau processus, il est nécessaire de mettre en œuvre, au préalable, un mécanisme d'identifiant, basé sur les empreintes numériques (la valeur de l'identifiant dépend des attributs de l'objet). Il faut disposer aussi d'un mécanisme de calcul de données différentielles, qui va fournir toutes les modifications introduites dans la base BDCarto® entre deux dates données ; les données différentielles détaillent la nature des modifications introduites : créations et destructions d'objets, fusions et scissions, changements géométriques ou attributaires d'objets.

À partir de ces données différentielles, le projet Carto2001 a mis en place dans LAMPS2 le mécanisme d'intégration automatique des mises à jour dans la BDTop100 pour tous les thèmes ; ce mécanisme assure les raccords topologiques des données de mises à jour avec les données anciennes et la généralisation des nouvelles données en utilisant le module AGENT (C.Lemarié et *al.*, 2001; F. Lecordix *et al.*, 2007).

Lorsque l'automatisation atteint ses limites, le processus guide le travail de l'utilisateur pour effectuer éventuellement certaines reprises interactives permettant d'améliorer le rendu final de la mise à jour. Par exemple, si la mise à jour introduite s'effectue juste à l'endroit où se positionnait une écriture, le cartographe pourra replacer l'écriture qui lui aura été indiquée par le logiciel.

3.4 La gestion cartographique de la France entière

En plus de ces innovations issues directement des derniers travaux de recherche en cartographie, le processus mis en place introduit une nouveauté en ce qui concerne la gestion de production. En effet, jusqu'alors, l'unité de production des séries cartographiques était la feuille d'une série. Tous les travaux de réalisation cartographique étaient exécutés sur l'emprise de la feuille, qui, dans le cas de la *Top100*, comportait des recouvrements avec la feuille voisine. Cette unité de production à la feuille conduisait à renouveler les mêmes opérations de généralisation, placement des écritures, rédaction cartographique et mise à jour sur les parties communes à deux feuilles. Lorsqu'on souhaitait éditer une zone à cheval sur deux feuilles, il était nécessaire de faire un assemblage avec les divers problèmes de recouvrements et raccords.

Avec l'utilisation du SIG LAMPS2 et de son Système de Gestion de Base de Données (SGBD) Gothic, il est désormais possible, en cartographie, de travailler sur une seule base de données pour la France entière et de réaliser les tâches de cartographie dans une partie de la base, indépendamment du découpage. De plus, le SGBD Gothic permet à plusieurs opérateurs de travailler simultanément sur la même base cartographique, ce qui assure le maintien d'une seule base tout au long du processus de cartographie. Cette gestion permet aussi de faire disparaître tous les problèmes de raccord entre feuilles, qui existaient lorsqu'on travaillait à la feuille, et ouvre toutes les possibilités pour éditer, à moindre coût, une feuille dans l'emprise souhaitée par l'utilisateur.

3.5 Les gains de productivité

À l'issue de la mise en place décrite ci-dessus, le projet Carto2001 a réalisé un prototype de feuille pour la nouvelle série *Top100*. Les opérations effectuées ont été mesurées afin d'estimer les gains de productivité obtenus. La zone de Nice a été choisie car elle présentait une diversité de paysages (montagne, mer, zone urbaine) permettant d'expérimenter la plupart des configurations existantes sur la France métropolitaine.

Pour la généralisation, l'emprise complète de la feuille (environ $1m^2$) est traitée avec les processus décrits précédemment. Les différents traitements automatiques sont réalisés en 50 heures et les reprises interactives nécessitent 100 heures de travail. Le travail équivalent réalisé interactivement avait été estimé à 1200 heures en 1997. Pour le placement des écritures, une partie de la zone a été traitée et a permis d'estimer la charge de la feuille complète : 12 heures de calcul automatique et 180 heures de reprises locales et de complément de saisie et de positionnement d'écritures pour des toponymes qui ne sont pas contenus dans la BDCarto®, comme les noms de massif montagneux ou les baies. Ce même travail fait uniquement par interactivité avait été estimé à 800 heures en 1997. La charge de réalisation d'une feuille complète avec le processus proposé par le projet Carto2001 est annoncé à 6 mois qui sont à comparer aux 16 mois prévus en 1997 en réalisant le travail de façon interactive et au plus de 4500 heures nécessaires il y a 50 ans pour la première édition de cartes au 1:100 000.

Enfin, pour la mise à jour, étape clef dans la vie de la série, étalée sur de nombreuses années, une estimation de temps a été faite avec le nouveau processus mis en place dans LAMPS2. La charge estimée est de 60 heures à comparer avec les 300 heures nécessaires pour mettre à jour actuellement avec des processus rasters.

CONCLUSION

Cette présentation a permis de donner un aperçu des nouvelles techniques cartographiques utilisables pour exploiter au mieux des bases de données géographiques afin de produire et mettre à jour des bases cartographiques. Ces dernières permettent la réfection complète des cartes sur papier ou des cartes numériques, réfection qui n'avait plus été faite depuis des décennies. Si la présentation du processus s'est concentrée sur le cas de la BDTop100 à l'échelle du 1:100 000 à partir de la BDCarto®, il faut préciser que les mêmes outils sont facilement adaptables à d'autres bases de données sources et à d'autre produits réalisés à d'autres échelles. Dès maintenant, ces techniques sont étudiées dans le cadre de la carte de base aux 1:25 000 et 1:50 000 à partir de la BDTopo®. Pour ces échelles seront traitées les problématiques liées à la généralisation des bâtiments individuels.

Les nouvelles techniques de production et les produits numériques obtenus, notamment les bases cartographiques en mode vecteur, permettent d'envisager l'amélioration des nouveaux modes de diffusion des données, proposés par l'IGN, comme la carte à la carte, le GPS EVADEO ou le

Géoportail. Ainsi, avec une base cartographique en mode vecteur, il est possible de proposer un service de carte à la carte où l'utilisateur pourra choisir non seulement l'emprise de sa carte, mais aussi l'échelle, les thèmes représentés et même la légende. Ces possibilités sont encore du domaine de la recherche, mais elles ne tarderont pas à passer à celui du développement.

BIBLIOGRAPHIE

Badard, T., 2000, « Propagation des mises à jour dans les bases de données géographiques multi-représentations par analyse des changements géographiques » : mémoire de thèse de doctorat en sciences de l'information géographique de l'Université de Marne-la-Vallée, France.

Bader, M., 2001, "Energy minimization methods for feature displacement in map generalization" : PhD Thesis, Université de Zurich, Suisse.

Barrault, M., 1998, « Le placement cartographique des écritures : résolution d'un problème à forte combinatoire et présentant un grand nombre de contraintes variées » : mémoire de thèse de doctorat en sciences de l'information géographique de l'Université de Marne-la-Vallée, France.

Barrault, M., Regnault, N., Duchene, C., Haire, K., Baeijs, C., DemazeaU, Y., Hardy, P., Mackaness, W., Ruas, A., Weibel, R., 2001, "Integrating multi-agent, object-oriented, and algorithmic techniques for improved automated map generalization, process", dans *The 20th International Cartographic Conference, vol. 3*, Pékin, p. 2110-2116.

Fritsch Emmanuel, 1997, « Représentations de la géométrie et des contraintes cartographiques pour la généralisation du linéaire routier » *:* thèse de doctorat, Université de Marne-la-Vallée.
Hangouet Jean-François, 1998, « Approche et méthodes pour l'automatisation de la généralisation cartographique : application en bord de ville » : thèse en géomatique, Université de Marne-la-Vallée.

Jahard, Y., Lemarie, C., Lecordix, F., 2003, "The implementation of new technology to automate map generalisation and incremental updating processes", dans *The 21st International Cartographic Conference*, Durban.

Lecordix, F., Plazanet, C., Chirie, F., Lagrange, J.P., Bannel, T., Cras, Y., 1994, « Placement automatique des écritures d'une carte avec une qualité cartographique », *EGIS*, vol. 1, p. 22-32.

Lecordix, F., Lemarié, C., 2007, « Managing generalisation updates », dans *IGN Map Production*, à paraître en 2007

Lecordix, F., Jahard, Y., Lemarié, C., Hauboin, E. (2005), "The end of Carto2001 project : *Top100* based on BDCarto® database", dans *Proceedings 8th ICA Workshop on generalisation and multiple representation*, La Corogne, Espagne.

Lemarie, C. and Badard, T., 2001, "Cartographic database updating", dans *The 20th International Cartographic Conference, vol. 2*, Pékin, p.1376-1385.

Mustière S. 2001, « Apprentissage supervisé pour la généralisation cartographique » : thèse de doctorat, Université Paris VI, 2001.

Plazanet C. 1996, « Enrichissement des bases de données géographiques : analyse de la géométrie des objets linéaires pour la généralisation cartographique : application aux routes » : thèse de doctorat, Université de Marne-la-Vallée, France, 1996.

Ruas, A., 1999, « Modèle de généralisation de données géographiques à base de contraintes et d'autonomie » : mémoire de thèse de doctorat en sciences de l'information géographique de l'Université de Marne-la-Vallée, France.Figures

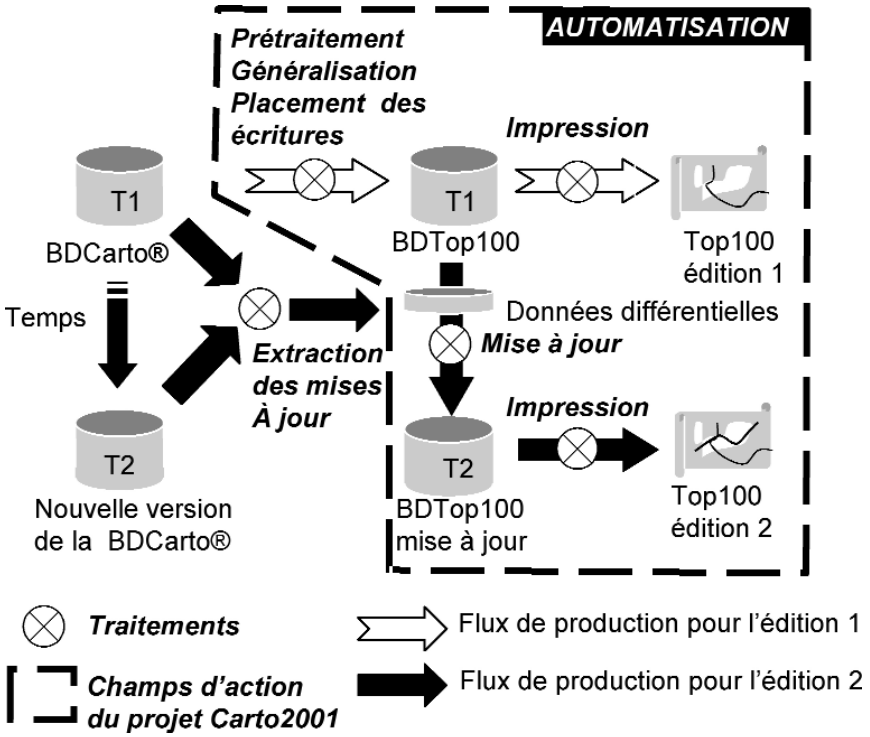

Figure 1 : Processus de réfection et de révision de la Top100 à partir de la BDCarto® mis en place par le projet Carto2001

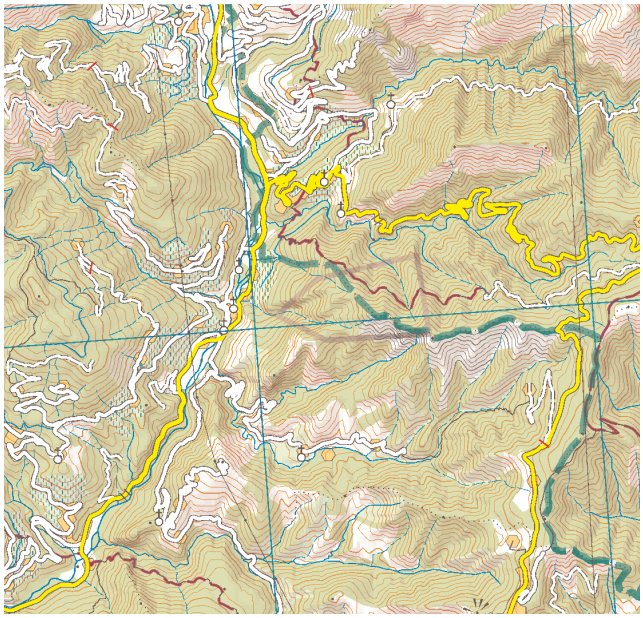

Figure 2 : Extrait de BDCarto®, base géographique, symbolisée au 1 :100 000

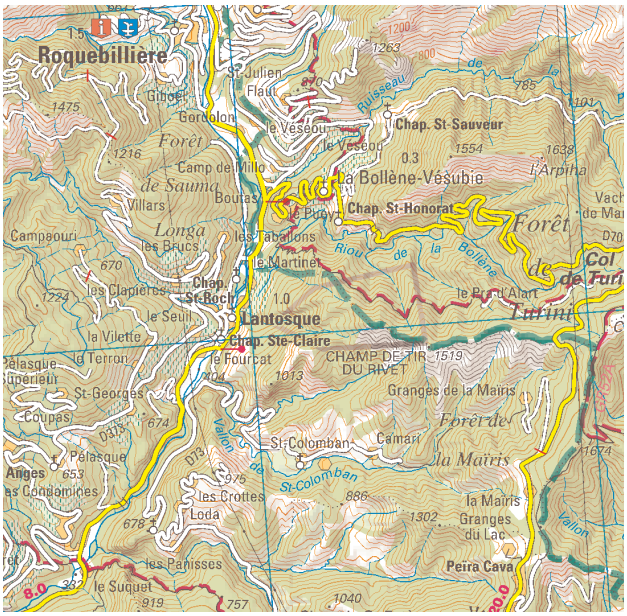

Figure 3 : Extrait de BDToop100, base cartographique, symbolisée au 1 :100 000 après généralisation et placement des écritures

Figure 4 : Divers types de conflits cartographiques

a) Empâtement de virages

b) Superposition de routes

c) Echangeur illisible

Figure 5 : Résolution des conflits cartographiques par généralisation automatique

a) Caricature de virages

b) Déplacement de routes

c) Déplacement dans un échangeur