

MODÈLE POUR L'ÉVALUATION ET L'AMÉLIORATION DE LA LISIBILITÉ D'UNE CARTE GÉOGRAPHIQUE

Implantation à l'IGN

par *Firas Bessadok*

Institut géographique national de l'information géographique et forestière

73 avenue de Paris 94165 Saint-Mandé Cedex

firas.bess@gmail.com

Dans cette thèse, nous nous intéressons à la conception et à la visualisation de cartes géographiques personnalisées en passant par des étapes d'évaluation et d'amélioration automatiques de ces cartes.

Depuis les années 2000, une nouvelle facette du web a pris forme. Cette nouvelle facette offre aux internautes la possibilité de créer du contenu sur un ou plusieurs sites web sous plusieurs formes : commentaires, articles de blogs, collaboration à une encyclopédie en ligne, etc.

Parmi ces plateformes de création de contenu, certaines offrent la possibilité de manipuler et de créer des cartes géographiques, c'est notamment le cas de OpenStreetMap (fig. 1) ou de Google Maps par exemple. Ce genre d'outils en ligne, ainsi que d'autres outils hors-ligne, permettent à leurs utilisateurs d'éditer des données géographiques (légendes, symboles vectoriels, etc.) et de les superposer à plusieurs supports cartographiques comme des images satellite, des cartes simples, des cartes 3D, des scans de cartes anciennes, et même des cartes personnalisées fournies par l'utilisateur lui-même.

Cette disponibilité de données et d'outils (SIG, serveur web) fait qu'il est désormais possible de réaliser des cartes numériques alors que cette activité était autrefois essentiellement réalisée par des spécialistes.

Cependant, la manipulation et l'édition de cartes par des utilisateurs non-experts peuvent engendrer des erreurs de représentation qui entravent la compréhension de cette carte par ses lecteurs. En effet, il devient fréquent de trouver des cartes qui ne respectent pas les règles de symbolisation basiques, des cartes dont les données représentées ne sont pas mises à la bonne échelle ou d'autres qui ne permettent pas une différenciation visuelle entre les symboles utilisés, que ce soit par manque de contraste de couleur ou en raison d'une mauvaise généralisation (exemple fig. 2).

Notre recherche concerne donc l'amélioration de la représentation de cartes créées par des utilisateurs non-experts. Ce travail soulève les principaux problèmes qui peuvent survenir lors de la création de cartes :

- **L'hétérogénéité** : plusieurs données peuvent provenir de sources différentes et risquent donc de ne pas être à la même échelle ou d'avoir des symbolisations peu cohérentes.
- **La superposition et l'opacité des objets** : deux problèmes sont possibles ici. Le premier lorsque des objets opaques (non transparents) de grandes surfaces recouvrent d'autres objets de plus petite surface ; ces derniers seront donc invisibles ou peu visibles pour le lecteur. Le deuxième, lorsque l'auteur de la carte ne respecte pas l'ordre de couches conventionnel qui consiste à afficher les ponctuels au-dessus des linéaires, eux-mêmes au-dessus des surfaciques.
- **Le contraste de couleurs entre objets voisins** : lorsque deux objets voisins de thèmes différents sont représentés par des couleurs proches et donc faiblement contrastées, des erreurs de reconnaissance et donc de lecture de ces objets peuvent avoir lieu.
- **L'utilisation de couleurs désagréables en grande quantité** : certaines couleurs, lorsqu'elles sont utilisées en grande quantité, peuvent causer une gêne lors de la lecture de la carte. Ces couleurs (grisées, très vives, ou fluo) sont considérées comme désagréables.
- **La présence d'objets de petite taille** peut rendre difficile la reconnaissance des thèmes de ces objets ce qui peut causer des erreurs d'interprétation de la carte.

- **L'utilisation de bordures épaisses**, en particulier sur les objets de petite taille, peut recouvrir ces objets et rendre difficile leur lecture.
- **Le non-respect de conventions de symbolisation** quant à l'utilisation de la couleur sur certains thèmes (vert pour la végétation par exemple).

Etant donné que la lisibilité d'une carte passe par la visibilité des objets qui la composent, dans ce travail nous proposons un modèle (implémenté sous le nom de **IndiceApplication**) qui évalue la visibilité de ces objets cartographiques en se fondant sur un système de cinq indicateurs de visibilité dont les valeurs varient entre 0 et 1. Chacun de ces indices rend compte d'un aspect visuel en particulier. Ces indices sont :

- **L'indice de superposition** qui caractérise le taux de chevauchement des objets de la carte pour un ordre donné d'affichage des couches.
- **L'indice de taille** qui permet de déterminer si le nombre d'objets de petite surface difficilement distinguables présents sur la carte est élevé ou non.
- **L'indice de bordure** qui caractérise le taux de chevauchement des objets de la carte par leurs bordures.
- **L'indice de contraste de couleurs** qui permet de déterminer la qualité du contraste de couleurs entre les différentes couches d'une carte.
- **L'indice de couleurs désagréables** qui permet de déterminer et de faire ressortir les couleurs très visibles et/ou présentes en grande quantité sur la carte et ainsi d'éviter l'abondance de couleurs menant à l'inconfort visuel telles que les couleurs fluorescentes, les couleurs vives, les couleurs grisées, ou les couleurs très foncées.

Ce modèle prévoit ensuite quatre méthodes de modification de la symbolisation des objets cartographiques, qui seront utilisées afin d'améliorer leur visibilité. Entre l'étape d'évaluation et celle de l'amélioration de la visibilité de ces objets, une phase d'analyse est mise en place dans le but de décider

si une amélioration de la symbolisation des objets cartographiques est nécessaire, et si oui, de choisir lesquelles parmi ces modifications pourront être réalisées. Ces méthodes d'amélioration sont au nombre de quatre :

- **Réordonner les couches** pour avoir, d'abord, une représentation conventionnelle (objets ponctuels au-dessus d'objets linéaires au-dessus d'objets surfaciques), ensuite, un taux de surface visible optimisé pour chaque couche.
- **Dilater et/ou fusionner les petits objets** afin de faciliter la lecture de la carte et limiter les mauvaises interprétations qui peuvent être dues à une erreur de reconnaissance d'un ou de plusieurs objets.
- **Modifier l'épaisseur des bordures** pour à la fois accentuer le contraste de couleurs si besoin est, et optimiser la surface visible des objets de petite taille.
- **Modifier des couleurs** dans le but d'optimiser le contraste de couleurs entre objets voisins et de réduire la quantité de couleurs qui peuvent être considérées comme désagréables.

Ce modèle prendra comme entrée une carte géographique sous la forme (1) d'un ensemble de couches composées chacune d'objets cartographiques, (2) et de la légende utilisée pour la symbolisation de ces objets cartographiques. Il donnera en sortie (1) un ensemble de fichiers xml qui contiennent les valeurs calculées des indicateurs de visibilité (fig 3), (2) une carte finale avec une nouvelle symbolisation qui améliore la valeur des indicateurs de visibilité. Ce processus offre alors aux lecteurs une carte plus lisible (fig 2).

Ce travail est ensuite conclu par deux tests de validation ; le premier a permis de valider la pertinence des indices et celle de leurs valeurs (et donc que les algorithmes sont corrects) ; le deuxième a permis de valider l'efficacité des méthodes d'amélioration. Les résultats de ces tests peuvent par la suite être exploités afin de dégager des seuils de visibilité qui seront utilisés dans le but de corriger et affiner ultérieurement les algorithmes écrits lors de cette thèse.

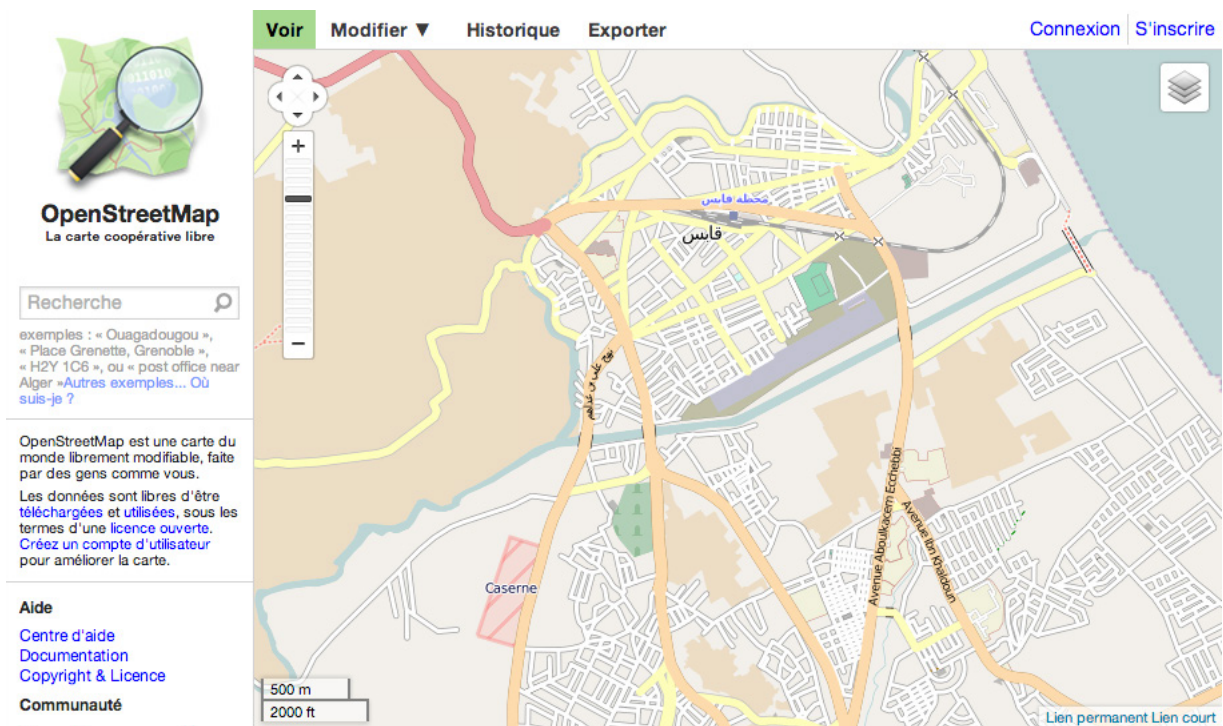


Figure 1 : La carte de la région de Gabes (Tunisie) sur le service OpenStreetMap



Figure 2 : Un quartier de Paris sur lequel sont représentés le réseau routier, le réseau ferroviaire, les bâtiments, l'hydrographie ainsi que les risques de la crue du bassin de la seine



Figure 3 : Exemple de carte avant (haut) et après (bas) modification de la couleur des bâtiments –
 indice de contraste carte haut : 0.6 – indice de contraste carte bas : 0.813

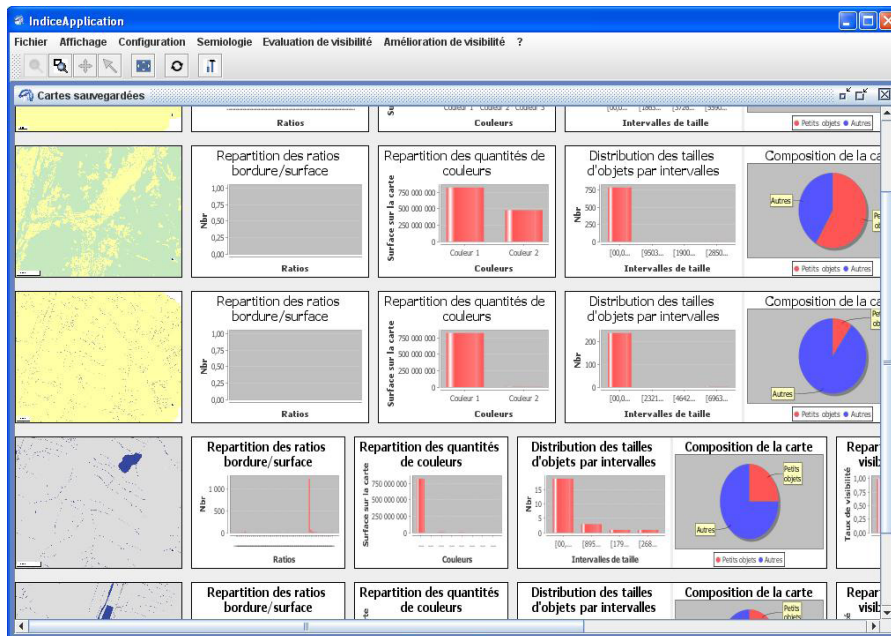


Figure 4 : Historique d'exécution d'IndiceApplication avec les cartes évaluées ainsi que les indices de visibilité
 calculés et représentés sous forme graphique