

# LA CARTOGRAPHIE A L'HEURE DU GEOWEB

## Retour sur les nouveaux modes de représentation spatiale des données numériques

*par Boris Mericskay*

Département Géographie - Aménagement - Université Rennes 2  
Place du recteur Henri Le Moal - 35 043 RENNES Cedex 2  
[Boris.mericskay@ubbb.fr](mailto:Boris.mericskay@ubbb.fr)

### **Résumé**

*Au sein de ses nouveaux environnements en ligne, les modalités de représentation de l'information géographique (déjà bouleversées par les SIG) évoluent selon de nouvelles logiques propres à l'Internet en général (infographie, Web design, datavisualisation). Au-delà d'un artefact marketing ou d'un effet de mode, le développement rapide du géoweb tend à modifier en profondeur les manières de visualiser comme de représenter le monde par le biais des données et des cartes numériques. Afin de bien comprendre cette nouvelle cartographie et les enjeux sous-jacents, cet article revient sur les fondements socio-techniques du géoweb et le langage cartographique qui y prend forme en explorant les nouvelles modalités de représentation spatiale des données numériques en ligne.*

### **Introduction**

La conversion de la cartographie au numérique qui s'opère depuis une trentaine d'années se voit aujourd'hui largement bouleversée par l'avènement d'Internet. De l'arrimage des SIG avec les technologies de l'information et les systèmes de géolocalisation, une forme particulière du Web a émergé, le géoweb<sup>1</sup> (Scharl et Tochtermann, 2009). Ancré dans le contexte technologique et les pratiques du Web social, ce Web géographique permet aujourd'hui au grand public de lire et de dessiner les cartes à l'aide d'outils conviviaux de plus en plus similaires à ceux des spécialistes (Mericskay et Roche, 2011 ; Palsky, 2013). La cartographie à travers les applications en ligne à l'image de Google Maps est largement sortie des carcans professionnels en se démocratisant au sein des ordinateurs, des tablettes et des téléphones intelligents, modifiant ainsi profondément nos manières de voir comme de représenter le monde et les dynamiques qui l'anime (Gale, 2013 ; Ratcliff, 2007).

Avec le géoweb, la mise en réseaux des bases de données, des applications et des utilisateurs vient transformer les processus de production, de diffusion comme d'utilisation des cartes. Les données spatiales prolifèrent, les paradigmes changent et les utilisateurs se diversifient. Sur le géoweb, la logique n'est plus seulement d'interroger des bases de données géographiques pour en faire des cartes (à la manière d'un SIG), mais davantage de mobiliser des visualisateurs cartographiques pour naviguer dans un univers de données (Elwood, 2008 ; Joliveau, 2011). S'appuyant sur un ensemble de nouvelles méthodes et de nouveaux outils centrés sur la recherche et l'exploration spatiale de l'information, la carte se positionne comme une porte d'entrée, une interface de recherche et d'exploration de données spatiales toujours plus nombreuses (statistiques, traces GPS, mesures en temps réel, observations, photos, tweets, vidéos, etc.).

---

<sup>1</sup> Le géoweb désigne la convergence des technologies géospatiales et du Web. Il s'agit de la déclinaison géographique du Web. Il regroupe les applications cartographiques en ligne, les globes virtuels, les applications mobiles, etc. autrement dit toutes les applications géographiques accessibles via le Web (dans sa version sédentaire ou mobile).

Ce nouveau régime cartographique (Joliveau et al., 2013) vient questionner les géographes comme les cartographes, dans la mesure où la carte se fait omniprésente dans le quotidien des individus comme des organisations. À l'heure des données massives<sup>2</sup> (*Big data*), les logiques traditionnelles d'utilisation comme de représentations de l'information géographique évoluent, donnant lieu à l'émergence d'un nouveau langage cartographique axé sur la visualisation. L'explosion quantitative des contenus numériques contraint à de nouvelles manières de gérer et de visualiser les données spatiales et ce bien souvent au détriment des principes de construction graphique élémentaires des cartes (Crampton et al., 2013).

Afin de bien comprendre cette nouvelle forme de cartographie grand public orientée vers la géovisualisation de contenus et la production de cartes personnelles, deux perspectives d'analyse seront successivement développées dans cet article. Il s'agira au préalable de revenir sur les fondements socio-techniques du géoweb qui conditionnent les nouvelles pratiques cartographiques en termes de techniques, de données et d'usages. Nous reviendrons ensuite sur la sémiologie graphique du géoweb en nous intéressant aux nouvelles modalités de représentation géographique de l'information qui émergent à l'heure du *big data* (principes de la cartographie grand public, prédominance de l'implantation ponctuelle, variables visuelles). Dans un dernier temps, la question des éléments constitutifs de ces géovisualisations à mi-chemin entre la carte et l'infographie sera également abordée (titre, légende, échelle, fenêtre contextuelle, etc.).

## La cartographie à l'heure du géoweb

### Le géoweb ou la mise en réseaux des bases de données et des usagers

Les progrès technologiques constituent souvent le moteur de nouveaux développements théoriques et méthodologiques dans les sciences et les disciplines. Avec le développement de l'informatique et des TIC, la géographie, la géomatique comme la cartographie n'ont pas échappé à cette tendance. En premier lieu, la révolution numérique a amorcé un mouvement de changement irréversible. Avant tout révolution technologique, elle a changé le support de création et de diffusion de l'information géographique et des cartes en les transposant sur les écrans. Par la suite, la révolution multimédia a fait passer la carte de support d'information statique à un support d'information dynamique et interactif. Plus récemment, la révolution de la cartographie en ligne (*Webmapping*), dynamisée par l'émergence du géoweb au milieu des années 2000, a marqué un tournant dans la conception et les usages des données spatiales par la connexion des SIG au sein du réseau Internet.

Internet constitue un environnement particulièrement bien adapté au développement de la cartographie numérique. Les avancées dans le domaine du Web ont ouvert de nouvelles perspectives dans le domaine de la cartographie interactive et dynamique. D'un côté, les technologies géospatiales se combinent dans une perspective de complémentarité (interopérabilité, services Web, systèmes de géolocalisation, dispositifs mobiles, etc.). De l'autre, les usages du Web social évoluent vers des formes plus matures de participation selon des logiques d'ouverture des données, de partage de l'information et de travail collaboratif.

A la différence des SIG dont les applications comme les données étaient traditionnellement installées et stockées sur les ordinateurs (fig. 1), avec le géoweb la cartographie prend place au sein des réseaux et des flux d'informations (De Longueville, 2010). Aujourd'hui, les applications cartographiques sont accessibles de n'importe quel endroit via un simple navigateur Web. Ce modèle d'informatique « dans les nuages » permet aux internautes d'accéder à des ressources matérielles et logicielles de manière distribuée par l'entremise de services Web (Laurini et Servigne, 2011 ; Gale, 2013). Le géoweb vient fondamentalement décloisonner les usages des données spatiales (en silos) en s'inscrivant au sein des modes opératoires du Web. Par ses nouvelles propriétés d'intégration, de partage et de mélange, la carte numérique se comporte comme un outil de communication en ligne, un agrégateur d'informations et de contenus Web, se positionnant comme un média (Sui et Goodchild, 2011 ; Plantin, 2014).

---

<sup>2</sup> Ensembles de données qui deviennent tellement volumineux qu'ils en deviennent difficiles à travailler avec des outils classiques de gestion de bases de données ou de gestion de l'information.

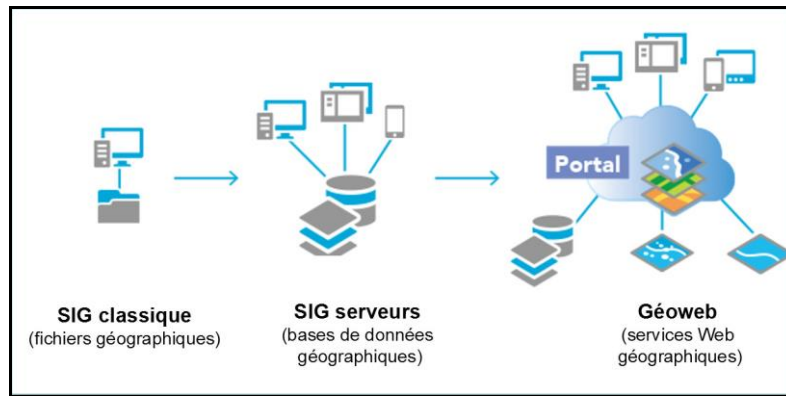


Figure 1 : Évolution de l'architecture des SIG (ESRI - 2015)

## La donnée spatiale à l'heure des données volumineuse

Le géoweb se caractérise par la mise à disposition du grand public de millions d'informations spatiales (fonds de cartes, imageries, données thématiques, POI, informations en temps réel, etc.). La tendance est aujourd'hui à la représentation numérique de plus en plus poussée de la terre et de ses modes d'occupation. Les fonds de cartes, lesquels constituent les référentiels cartographiques du géoweb, sont de plus en plus nombreux, diversifiés, détaillés et à jour (fig. 2). La communauté OpenStreetMap joue un rôle particulièrement important en ce domaine. En proposant de produire de manière collaborative des données autour de la voirie et des services, les fonds de cartes basés sur ces données ouvertes peuvent être personnalisés à l'infini par l'intermédiaire de solutions en ligne comme Mapbox Studio ou Geofabrik. Cette tendance à la personnalisation et à l'esthétisation des fonds de carte est soutenue par les grands producteurs de données spatiales qui proposent, au sein des services en ligne comme des logiciels SIG, une palette de fonds de carte toujours plus diversifiés et esthétiques (IGN, ESRI, HERE, etc.).

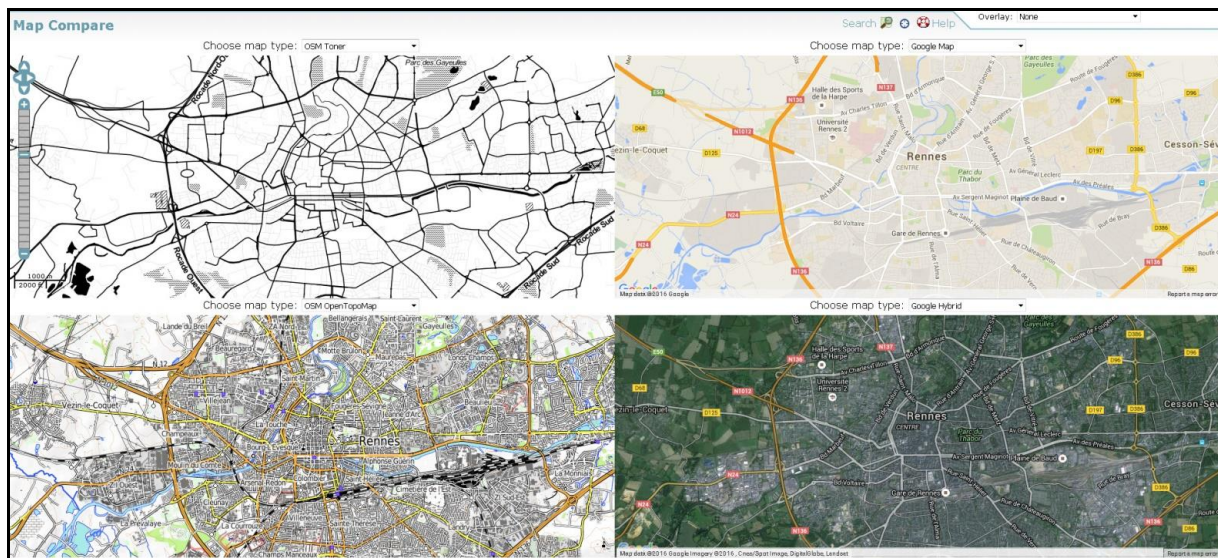


Figure 2 : Comparaisons de fonds de cartes avec Map Compare (GeoFabrik- 2016)

<http://tools.geofabrik.de/mc/>

Le géoweb se caractérise également par une prolifération de contenus géographiques relatifs à diverses thématiques. D'une part, le développement de l'information géographique volontaire a transformé les paradigmes de production et de mise à jour des données spatiales par l'intégration du grand public comme un acteur à part entière (Sui et al., 2013 ; Parker, 2014). D'autre part, le processus d'indexation spatiale (par géoréférencement) des contenus numériques dans une perspective d'aide à la

recherche pour les utilisateurs s'est généralisé (photos, vidéos, articles, page Web, billets de blogs, dépêches d'agence de presse, flux RSS, etc.). Concrètement, des millions de contenus n'ayant pas comme vocation première à être mis sur une carte se voient aujourd'hui indexés spatialement par des manières détournées (géocodage, géotagging, géoparsing). Et de manière globale, la dimension géographique des contenus numériques à travers la composante localisation devient une métadonnée, une information supplémentaire qui vient s'ajouter et enrichir les contenus déjà existants.

Selon cette dynamique, la carte s'impose comme un support efficace qui, en plus de permettre de visualiser une information, en autorise la spatialisation (Joliveau et al., 2013). Ce processus de géoréférencement des contenus numériques n'est d'ailleurs pas véritablement basé sur un référent géographique. Il s'agit davantage de considérer l'espace géographique numérique par l'intermédiaire de services Web cartographiques comme un support de visualisation de contenus numériques. Celui-ci se réduit dans la plupart des cas à un simple fond de carte, un support neutre autorisant une nouvelle forme d'organisation visuelle de l'information basée sur l'espace. On passe ainsi d'une logique de représentation de l'information géographique (présente dans la carte dans sa forme classique ou dans les SIG) à une logique de représentation géographique de l'information propre au Web (fig. 3).

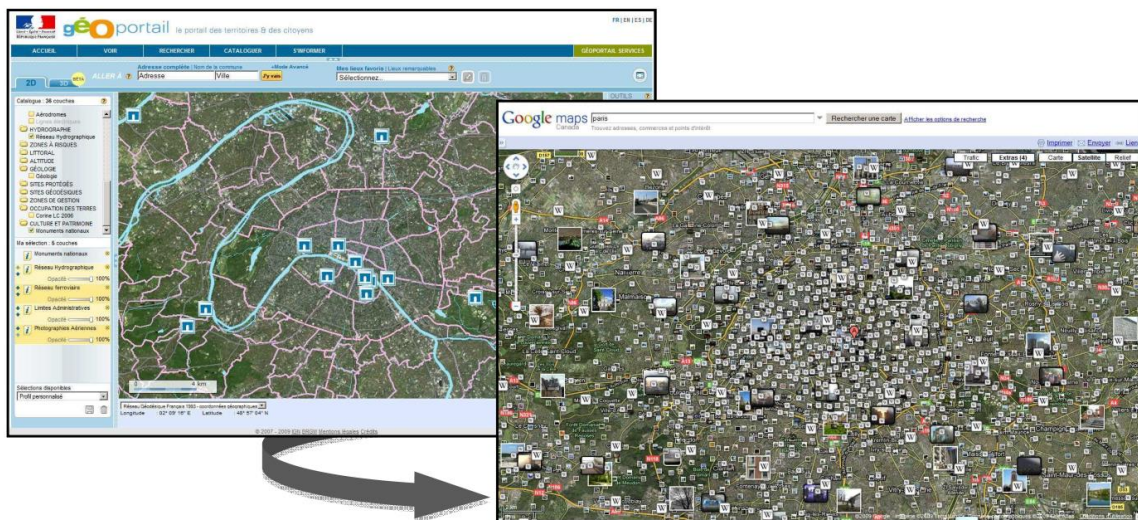


Figure 3 : Le géoweb ou la représentation géographique des contenus du Web (IGN / Google Earth - 2016)

Cette situation se voit aujourd'hui poussée par l'ouverture et la normalisation des données spatiales. D'un côté, l'ouverture des données vient transformer les cycles traditionnels de vie des données par la mise à disposition autorisant leur réutilisation au sein de nouvelles applications. De l'autre, la standardisation et l'harmonisation des contenus géographiques favorisent le mélange et le croisement de données hétérogènes provenant de producteurs différents. L'interopérabilité entre les systèmes et les bases de données est un élément incontournable du géoweb (Haklay et al., 2008). Elle nécessite que les communications obéissent à des normes, clairement établies et univoques à l'image des standards de l'*open géospatial consortium* (OGC) qui se sont aujourd'hui généralisés pour les services Web (WMS, WFS, WCS) comme au niveau des formats de fichiers plats ou géographiques (CSV, GeoJson, KML, GML).

### L'avènement de la géovisualisation dynamique et interactive de l'information

Dans ce contexte de prolifération et de mélange des contenus géographique, la visualisation et l'exploration des données spatiales sous des formes dynamiques et interactives apparaissent comme des étapes à part entière dans le travail d'analyse des données. Cette approche fait écho aux transformations des paradigmes interprétatifs dans les sciences sociales avec comme toile de fond l'idée de « regarder avant d'interpréter » (Cardon, 2012). La question de la visualisation des données spatiales, popularisée dans les

années 1990 dans la mouvance de la visualisation scientifique et de l'analyse exploratoire des données (MacEachren et Kraak, 1997 ; MacEachren et Kraak, 2001), trouve aujourd'hui tout son sens avec le géoweb et le *Big Data*.

La géovisualisation comme ensembles de méthodes et d'outils permettant d'explorer, d'analyser, de synthétiser et de présenter visuellement de grands ensembles de données spatiales constitue un axe particulièrement dynamique dans le développement de la cartographie sur Internet (Elwood et Leszczynski, 2013). À la différence des SIG, l'accent n'est pas mis sur l'analyse des données et la communication, mais davantage au niveau de leur visualisation et de leur exploration visuelle afin d'en faciliter la compréhension (Kraak et Ormeling, 2010 ; Zastrow, 2015). Il s'agit davantage d'une cartographie en ligne « exploratoire » stimulant la réflexion selon une approche intuitive. Dans ce contexte, la carte n'est pas figée, elle se construit en fonction des jeux de données disponibles et des attentes de l'utilisateur selon une approche dynamique et interactive.

La dimension dynamique implique la possibilité de pouvoir se déplacer sur la carte et de changer de niveau de zoom. En changeant d'échelle de visualisation, les données s'adaptent au niveau scalaire tant au niveau de la symbologie que de la nature des données. L'exemple de la plateforme de visualisation cartographique Datafrance du portail de données ouvertes [opendata.gouv.fr](http://opendata.gouv.fr) illustre bien les nouvelles manières de représenter et de visualiser des indicateurs statistiques spatialisés sous forme de cartes thématiques dynamiques. En zoomant ou dézoomant, les indicateurs cartographiés s'adaptent à l'échelle de visualisation en proposant selon l'emprise, un maillage régional, départemental, communal ou encore à l'IRIS (fig. 4).

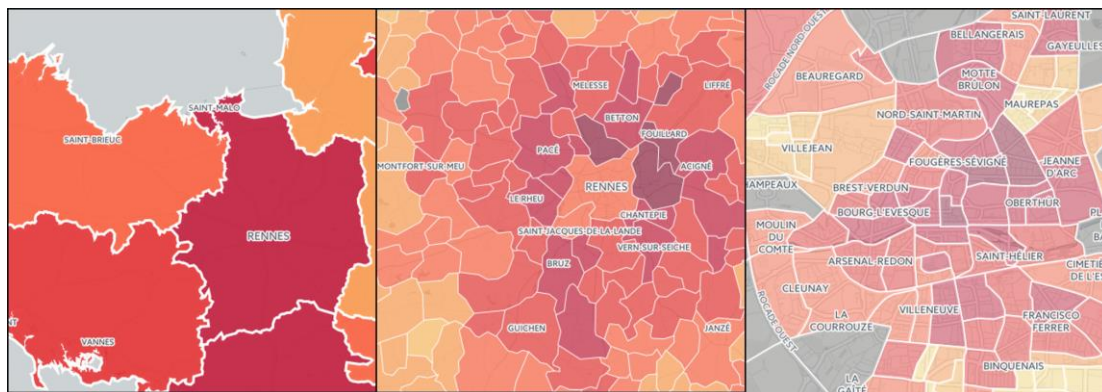


Figure 4 : Géovisualisation du revenu fiscal médian à différentes échelles (DataFrance - 2016)  
<http://datafrance.info/>

La dimension interactive sous-entend la possibilité d'ajouter des données, de les superposer, de changer de fond de carte et surtout d'interagir avec par l'intermédiaire de fenêtres contextuelles ou d'outils de sélection, de tri ou de filtre. Face à ces nouvelles formes d'interactions entre l'utilisateur et les données, le rôle de l'usager dans les stratégies de visualisation évolue (Jégou, 2007). La carte numérique n'est plus tant du côté de celui qui la conçoit, mais davantage du côté de l'utilisateur qui la construit progressivement (MacEachren et Kraak, 2001 ; Arnaud et Davoine, 2009).

Interagir avec les données, les manipuler, les sélectionner, changer d'échelle, etc. offre des possibilités nouvelles en termes d'exploration comme d'investigation de la masse d'informations spatialisées disponible sur le géoweb. La carte devient un outil heuristique permettant d'accéder à des détails invisibles à première vue dans la masse de données traitées par des modes de représentations originaux (fig. 5). Ce mode exploratoire fait bouger les lignes de partage méthodologiques, en passant d'une logique explicative à une logique compréhensive des phénomènes (Amato, 2015). La question de la visualisation des données spatiales sur Internet renvoie à des problématiques relatives au fonctionnement de la perception visuelle et à la cognition (Fekete et Boy, 2015 ; Li et al., 2015). Le fait de rendre lisibles les données ne suffit pas à les rendre compréhensibles. Encore faut-il que le lecteur puisse interpréter et comprendre à quoi les données font référence, tant au niveau des informations représentées, que des formes graphiques mobilisées.

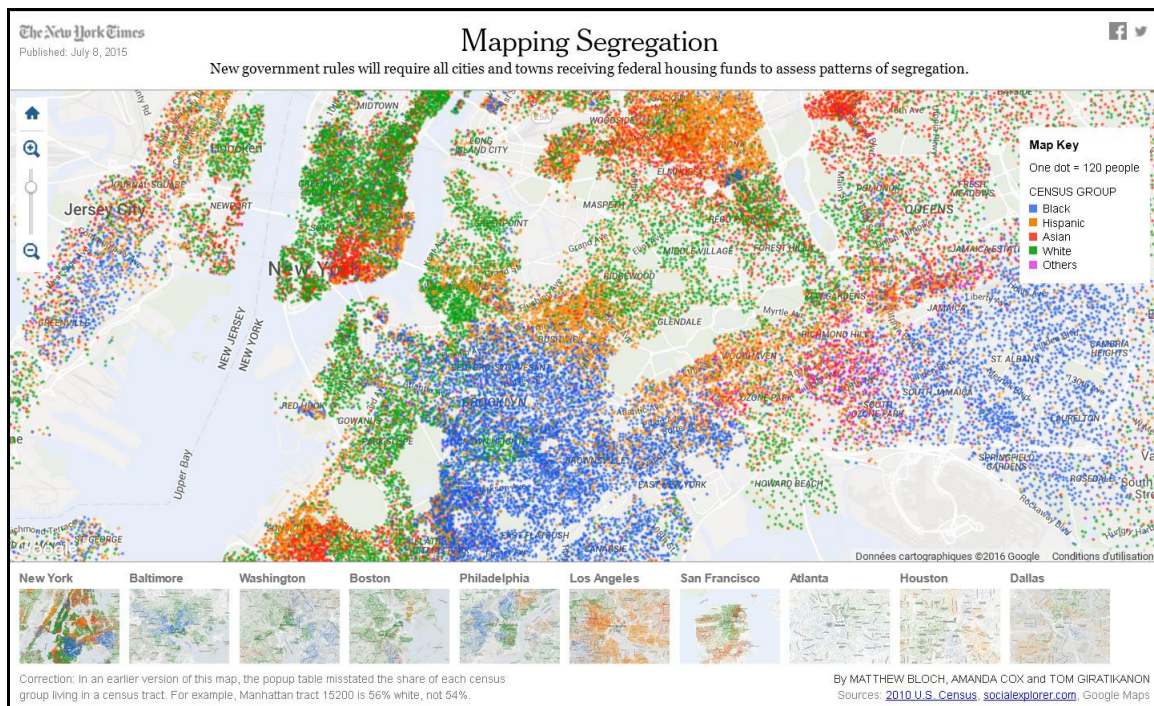


Figure 5 : Géovisualisation de l'origine ethnique des New-Yorkais (The New-York Times - 2016)  
<http://www.nytimes.com/interactive/2015/07/08/us/census-race-map.html>

## L'émergence d'un nouveau langage cartographique propre au géoweb

### Une sémiologie graphique axée sur la visualisation de données

La cartographie a été conçue comme une science des signes avec toutes les difficultés que cela induit tant sur le plan de la perception que de la subjectivité. La compréhension d'une carte repose sur des règles de construction relatives à la symbolique. Depuis les années 1970, de nombreuses recherches se sont intéressées à rendre le raisonnement sur l'usage des signes plus rigoureux, en mobilisant par exemple les apports de la linguistique, de la sémiotique ou de la psychologie cognitive.

La cartographie sur le géoweb prend forme au sein d'un environnement où les règles d'expression cartographique traditionnelles ne sont plus. La représentation graphique des données a largement pris le pas de l'infographie et de design du Web. L'internaute « cartographe » ignore les principes élémentaires de la graphique et ne connaît pas le fonctionnement de la communication cartographique, ni les mêmes les fondements de la sémiologie graphique (Griffin et Fabrikant, 2012).

Dans sa démarche de mise en forme de données spatiales, il est important de préciser que l'utilisateur est à la fois guidé, mais aussi contraint par les solutions techniques. Guidé d'une part, à l'image de services de cartographie poussés comme CartoDB ou ArcGIS Online où il peut créer des cartes thématiques en quelques clics. Après importation de ces données, l'utilisateur se voit proposer plusieurs modes de représentation personnalisables (taille, couleur, valeur) mais pas toujours forcément adaptés aux données à cartographier (fig. 6).

De manière assez similaire, voire plus présente qu'avec les logiciels SIG, l'internaute « cartographe » est d'autre part contraint d'utiliser les systèmes de signes fournis par les services cartographiques pour comparer, différencier, ordonner et de manière globale visualiser des informations spatiales. En théorie, les possibilités de représentation des données sont illimitées. Toutefois, dans la pratique, si l'utilisateur désire explorer d'autres formes de représentation que celles proposées, il doit disposer de connaissances et de compétences en programmation à l'image du CartoCSS. La cartographie en ligne se caractérise par un manque de souplesse pour certains traitements graphiques. Tel que le clarifie Rieder (2008), la

cartographie classique est un outil sémiotique qui propose un vocabulaire de signe alors que la cartographie numérique interactive est un outil sémiotique, mais aussi procédural. En plus de proposer un vocabulaire de signes, elle offre d'autres fonctions relevant du design graphique et de la programmation.

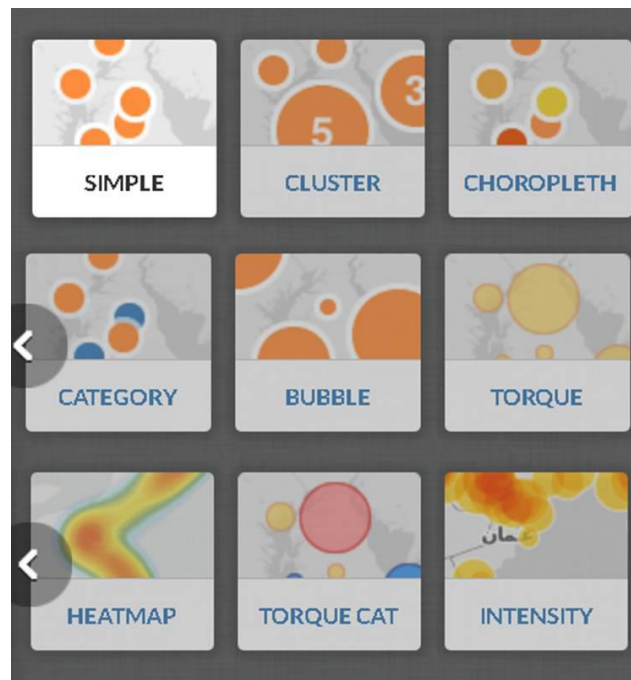


Figure 6 : Modes de représentation possibles pour un fichier de points dans CartoDB (2016)

Cette manière de faire des cartes est caractéristique de bien des applications cartographiques en ligne conçues par des développeurs informatiques (non-cartographes), lesquels proposent toujours plus de modes de représentations sans forcément en maîtriser les codes ni s'interroger sur les possibles formes d'utilisation (Eckert et Jégou, 2008). Les exemples de « mauvaises » cartes, voire de cartes « absurdes » produites et largement diffusées sur le géoweb sont courantes tant sur des sites généralistes, institutionnels que d'organes de presse. Au-delà de cas intéressants (comme amusants) à montrer aux étudiants, ils sont toutefois significatifs d'une nouvelle manière de cartographier le monde faisant abstraction des règles de représentation graphique établies et enseignées. L'une des erreurs sémiologiques les plus courantes que l'on peut rencontrer sur le géoweb se trouve au niveau de la représentation de données quantitatives absolues sous forme d'aplats de couleurs. Pour l'anecdote, le tutoriel en ligne de la solution CartoDB intitulé « votre première carte choroplèthe » explique comment cartographier la population des comtés américains en mobilisant la variation de valeur et non celle de taille comme le préconise les conventions.

La pratique montre que l'usage systématique de certains services cartographiques comme Google Maps ou CartoDB, avec leurs avantages et leurs défauts, aboutit à l'émergence d'un nouveau langage cartographique adapté aux dispositifs comme au public d'Internet. Les « nouveaux cartographes » ne cherchent pas forcément à consulter ou produire des cartes rigoureuses, ils explorent avant tout des jeux de données pour en tirer des informations et du sens selon une approche compréhensive et exploratoire (Gaffuri, 2011 ; Traun, 2014). Dans la plupart des applications géoweb, l'objectif visé renvoie avant tout à la visualisation de données sur des écrans toujours plus petits (Torpelund-Bruin et Lee, 2009). Si trop de lieux ou d'objets répondent au critère de recherche initiale, une sélection algorithmique est opérée afin d'éviter une surcharge visuelle de la carte (Loidl et al., 2011). L'échantillonnage, basé sur la sélection d'un nombre délimité de symboles selon, la pertinence, la popularité, la distribution spatiale ou les intérêts commerciaux, constitue la méthode la plus utilisée au sein des grands services cartographiques de recherche. Pour exemple, à la requête « restaurant à Paris », le résultat cartographique dans un service comme Google Maps proposera un échantillon de marqueurs renvoyant aux établissements les mieux notés par les internautes et surtout ceux ayant payés une meilleure indexation spatiale auprès de Google pour être davantage visible (fig. 7).

Face aux données nombreuses, le *clustering*, processus opérant un regroupement des données à proximité selon le niveau de zoom avec comme indication le nombre de points agrégés, a aussi tendance à se généraliser (fig. 7). Cette fonctionnalité très intéressante pour favoriser la lisibilité de données nombreuses vient toutefois dans bien des cas complexifier le message par une symbologie souvent peu adaptée, brouillant ainsi sa compréhension et son interprétation. La visualisation par carte de chaleur (*heatmap*) pour représenter des points nombreux sous forme de densité de points (en mobilisant des variations de valeur de teinte) prend également une place importante dans la représentation de données spatiales (fig. 7). Malgré un rendu visuel efficace, cette forme de généralisation des données est cependant à utiliser avec prudence dans la mesure où le processus de transformation graphique sous-jacent est davantage esthétique que rigoureux d'un point de vue des géotraitements opérés.

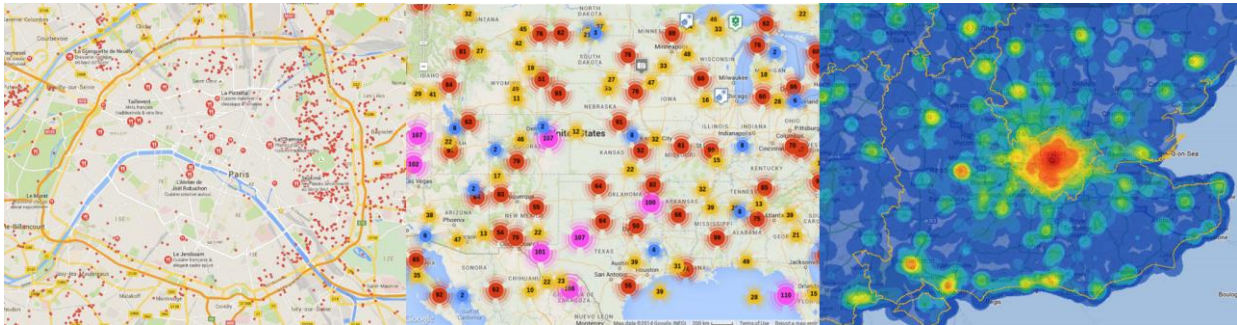


Figure 7 : Échantillonnage, cluster et carte de chaleur (Google Maps, Leaflet – 2016)

## L'hégémonie des « punaises cartographiques »

La cartographie sur le géoweb se caractérise par la prédominance de figurés cartographiques basée sur l'implantation ponctuelle. Ce paradigme de la punaise cartographique (Singleton et Brunson, 2014) est aujourd'hui largement ancré dans les pratiques comme dans l'imaginaire collectif et constitue un nouveau vocabulaire graphique de la cartographie moderne (Wallace, 2011). La *Google Map*, comme les anglo-saxons aiment à la nommer, incarne à elle seule cette nouvelle cartographie caractérisée par des punaises sur un fond de carte. La généralisation des marqueurs cartographiques, comme mode de représentation des lieux, des personnes, des services, etc. est à remettre en perspective avec le premier *mashup* cartographique<sup>3</sup> (fig. 8) apparue en 2004, lequel permettait de visualiser des annonces immobilières de San Francisco sur un fond de carte Google Maps (Batty et al., 2010 ; Field et al., 2011). Depuis, les applications composites cartographiques ont littéralement proliféré sur le Web et se comptent aujourd'hui en millier (Huang et Gartner, 2013).

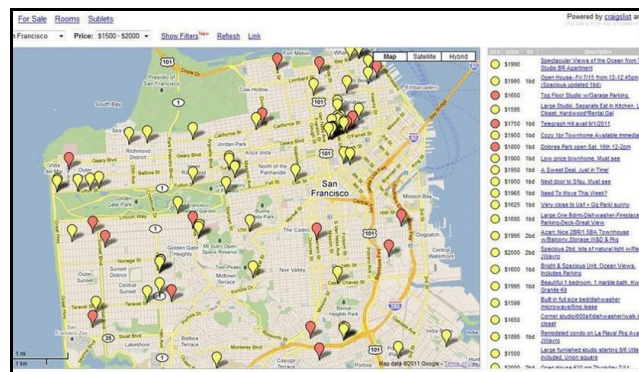


Figure 8 : Interface du premier mashup cartographique (programmableweb.com - 2004)

<sup>3</sup> Un mashup, littéralement « application composite » consiste, selon une logique de mixage, à combiner et à agréger des contenus provenant de diverses sources derrière une interface graphique unifiée pour proposer un service hybride, typiquement des données d'un site sur un fond de carte d'un autre site.



Il est important de souligner qu'un *mashup* cartographique n'est pas vraiment une carte au sens d'un construit social contenant un message spatialisé sous-jacent. Dans la logique des géovisualisations, la donnée spatiale est spatialisée afin d'optimiser la réception et la compréhension du lecteur. Les services cartographiques comme Google Maps ou Bings Maps se positionnent comme de véritables moteurs de recherche. Mais à la différence des moteurs de recherches conventionnels, ici la recherche de ressources ou d'informations sur le Web s'effectue à la fois par des occurrences textuelles tout en incluant une dimension spatiale (un quartier, une ville, une région, une empreinte spatiale, etc.), permettant ainsi la visualisation des résultats de requêtes sous forme de marqueurs sur une carte. De fait, la symbologie associée à cette cartographie « transactionnelle » se base essentiellement sur des points à la graphique simple, sans mobilisation de variables visuelles complexes permettant par exemple la différenciation ou la hiérarchisation (Jones, 2010 ; Loidl et al., 2011).

Au côté des marqueurs ponctuels, les figurés linéaires occupent également une place importante, mais les routes, rivières, sentiers, lignes de bus, etc. se voient aujourd'hui directement intégrés au sein des fonds de cartes comme éléments des référentiels. Il faut toutefois noter qu'en situation de mobilité, les figurés linéaires occupent une place importante dans l'aide à la navigation à l'image de l'itinéraire à suivre ou d'une ligne de transport en commun à emprunter. De plus, les traces GPS prennent de plus en plus d'importances dans nos pratiques. Ils existent de nombreuses communautés de pratiques autour de la création et le partage de trace GPS (randonnée, course à pied, moto, quad, cheval, etc.). Quant aux figurés zonaux, ils restent largement minoritaires dans la mesure où si une personne recherche une ville par exemple, le résultat de sa recherche se matérialisera par un marqueur placé au centre du polygone de la commune, opérant ainsi une généralisation de la donnée par transformation géométrique de l'entité.

Le cas de l'application mobile de navigation Waze est particulièrement intéressant d'un point de vue cartographique (fig. 9). A la différence d'applications classiques de guidage ou de suivi de l'état du trafic, Waze propose une cartographie en temps réel très riche des conditions de circulation en fonction de sa localisation (vitesse moyenne, accidents, bouchons, présence des forces de l'ordre, etc.). Utilisée et alimentée constamment par des millions d'automobilistes en situation de mobilité, elle a comme objectif de guider l'utilisateur et de l'informer en direct sur les conditions de son déplacement. La masse d'informations spatiales en temps réel, provenant à la fois de signalements et de mesures effectuées par les automobilistes eux-mêmes (à la manière des cibistes), vient s'afficher sur l'écran du téléphone ou du GPS en fonction de la position de l'utilisateur selon une logique égocentrée (Halik, 2012).



Figure 9 : Interface cartographique de l'application mobile Waze (Waze - 2016)

Cette nouvelle forme de cartographie en temps réel vient poser toute une série de questions en termes de représentations de données à la fois nombreuses, mais surtout en perpétuelle évolution (conditions de circulation, positions des autres membres, accidents, etc.). En effet, toutes les secondes les données évoluent à la fois en fonction de la position de l'utilisateur et de ce qui se passe autour de lui. On va ainsi retrouver un affichage dynamique à la fois des fonds de carte (qui changent selon l'heure de la journée) mais aussi des informations contextuelles. L'interface propose également la visualisation de

nombreuses données linéaires (réseaux routiers, itinéraire, vitesse d'un tronçon) mobilisant des variations de tailles et de couleur (ralentissement, vitesse moyenne sur des tronçons, etc.). Les symboles ponctuels sont de leur côté très généralisés et se basent sur un ensemble de pictogrammes facilement identifiables (bouchons, police, accident, stations-service, etc.). Il ne faut pas oublier qu'en situation de conduite, l'utilisateur avant tout automobiliste a besoin de saisir le plus rapidement possible ce qui se passe sur son trajet, d'où le fait de lui proposer des variables visuelles très simples pour aller à l'essentiel sans (trop) le déconcentrer de sa conduite.

## Les variables visuelles

De manière similaire au mode d'implantation, les variables visuelles présentes sur le géoweb s'inscrivent dans une logique de généralisation de la représentation graphique des données. Sur le géoweb il est davantage question de visualiser des données sur une carte que de révéler des différences ou d'effectuer des croisements. Il existe toutefois un système graphique de signes (largement basé sur les conventions cartographiques classiques) permettant de transcrire sur les cartes en ligne des relations de différence, d'ordre ou de proportionnalité entre données qualitatives et quantitatives (fig. 10). Il convient de différencier deux grands types de géovisualisation lesquelles mobilisent différentes variables visuelles. D'une part celles axées sur la localisation des informations qui permettent de visualiser sur les cartes des éléments (variables visuelles de formes et de couleur pour catégoriser et différencier). Et d'autre part, des géovisualisations plus poussées techniquement, se caractérisant par le croisement et la superposition de données selon une approche de cartographie thématique (variables visuelles de valeur, de couleur et de taille pour révéler et hiérarchiser des effectifs, des ordres de grandeur, des proportions, etc.).


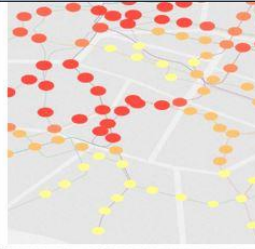






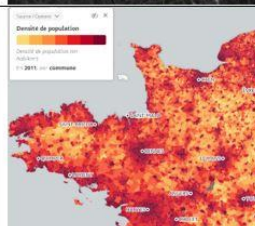


	Quantitatives		Qualitatives	
	Absolues	Relatives	Nominales	Ordinales
Ponctuelle				
Linéaire	<b>X</b>			
Zonale				

Figure 10 : Récapitulatif des modes de représentation cartographique en fonction de la nature des données et de l'implantation (Boris Mericskay – 2016)

*La taille* : La variation de taille renvoie essentiellement à deux grands types de mode de représentations, les symboles proportionnels (essentiellement des cercles) et les symboles gradués par classes. Par un ensemble de contraintes techniques, les symboles gradués par classes sont majoritaires, dans la mesure où ils sont plus aisément pris en charge par les langages de programmation à l'image du CartoCSS. Dans certaines applications de cartographie thématique plus poussées, l'utilisateur a toutefois la

possibilité de mobiliser une représentation par symboles proportionnels. Autre élément primordial, celui de l'échelle de visualisation de ces données et des seuils d'affichage associés. En théorie, la variation de la taille des symboles est censée être adaptative en fonction de l'échelle de visualisation, toutefois dans de nombreuses applications, la symbologie est seulement paramétrée à un unique niveau de zoom, ce qui peut venir poser des problèmes de représentation si l'utilisateur change d'échelle (superposition des symboles gradués ou proportionnels).

*La valeur* : L'exemple type de cartes numériques mobilisant la variable visuelle de valeur renvoie aux cartes choroplèthes permettant de traduire un ordre en implantation de surface (rapports, ratios, densités, taux, etc.). Ce type de cartes très populaires auprès des journalistes, infographes et autres *data scientists*, fleurissent sur le géoweb surtout en période d'élection. Au sein des applications en ligne de cartographie thématiques, les teintes de couleurs sont prédéfinies et il est difficile pour l'utilisateur lambda de venir les modifier ou les personnaliser. Concernant le processus de discrétisation des données, élément central, les méthodes proposées sont assez similaires à celles que l'on retrouve au sein des environnements SIG (quantiles, quartiles, ruptures naturelles, seuils manuels, etc.). Il est cependant dommage de constater que l'internaute cartographe, non sensibilisé à cette question, se contentera bien souvent de la méthode par défaut sans même s'interroger sur le message véhiculé par la carte en fonction du type de discrétisation adoptée, privilégiant bien souvent la dimension esthétique à celle explicative.

*La couleur* : La variable visuelle de couleur permet d'effectuer des différenciations sur des marqueurs ou des lignes par la variation de couleur des objets géographiques (teintes). Les palettes de couleurs proposées sur les applications cartographiques sont prédéfinies et renvoient bien souvent à la charte graphique du site. Avec plus de compétence, l'utilisateur peut cependant personnaliser à l'infini les couleurs mobilisées par la configuration des codes couleur des objets géographiques (CartoCSS).

*La forme* : La variable visuelle de forme reste la plus utilisée sur le géoweb, cette prédominance étant liée au mode d'implantation ponctuelle prédominant. On retrouve ainsi des formes à la fois géométriques (classiques) et symboliques plus évocatrices par le recours aux pictogrammes. Dans la mouvance du design du Web, la tendance est aux pictogrammes comme représentation graphique schématique. Ces dessins figuratifs ayant fonction de signe se multiplient à travers des bibliothèques thématiques toujours plus fournies permettant de personnaliser les visualisations en caractérisant de manière toujours plus poussée les marqueurs. Il est à noter que les logotypes (essentiellement de franchises commerciales) sont de plus en plus mobilisés au sein des applications cartographiques en ligne. Concernant la représentation des photos, les miniatures constituent un nouveau type de variable visuelle non plus basée sur une généralisation, mais une miniaturisation du contenu combinée (la photographie elle-même).

## **Habillage de la géovisualisation**

Pour terminer ce tour d'horizon de la cartographie à l'heure du géoweb, il convient de revenir sur une étape qui tend à disparaître dans la conception des géovisualisations, l'habillage de la carte. Sur Internet, l'habillage d'une géovisualisation diffère de la mise page classique d'une carte statique. Il s'agit ici avant tout de configurer la géovisualisation à plusieurs niveaux avant de diffuser (par mail, sur les réseaux sociaux) ou de l'intégrer à une page Web.

Dans la mesure où les cartes numériques s'intègrent au sein des pages Web, elles ne possèdent plus véritablement de titre explicite et de manière globale la mise en page renvoie à la mise en page des pages Web où la carte constitue un élément parmi d'autres. Concernant la légende, comme traduction des symboles cartographiques dans un langage écrit, elle est à tendance à disparaître au profit des fenêtres contextuelles. Avec la généralisation des marqueurs interactifs, la fenêtre contextuelle vient remplacer la traditionnelle légende. Au lieu d'avoir à se référer à une explication des symboles dans les marges, l'utilisateur clique simplement sur un point pour en savoir plus à son sujet (informations attributaires, coordonnées, horaires, site Web, photos, commentaires, etc.). Les légendes sont toutefois encore nécessaires et présentes dans certains cas, à l'image des cartes choroplèthes où l'information relative à la variation de valeur sera lisible sur la carte pour donner un sens à l'information représentée. Il est à noter

que les applications de cartographie en ligne offrent encore peu de fonctionnalités sur le plan de la personnalisation des légendes, de plus leur structuration demeure encore assez sommaire.

Concernant l'orientation de la carte, elle n'existe pas vraiment, les solutions de cartographie en ligne sont dans l'ensemble (à la manière des SIG) orientées nord et cette information n'est jamais présente. Autre élément constitutif d'une carte, l'échelle cartographique, laquelle n'est pas présente de manière systématique sur les cartes numériques. Et dans les cas où elle est présente, elle est simplifiée et demeure souvent peu lisible. L'échelle cartographique (automatique), se matérialise essentiellement sous forme graphique en laissant totalement de côté son aspect numérique (rapport d'une distance mesurée sur la carte par rapport à sa valeur réelle sur le terrain) pourtant fondamental.

Le fonctionnement même des services web géographique repose sur un référentiel d'échelles d'affichage prédéfinies. Dans la plupart des solutions en ligne, il existe environ 20 niveaux de zoom (du monde entier au bâtiment) facilitant l'affichage des tuiles d'images raster (fonds de cartes) et permettant aux données vectorielles de venir se superposer dessus avec dans certains cas des niveaux d'affichage (seuil, taille). Il est à préciser que cette « contrainte » technique est actuellement en plein bouleversement avec le développement du WebGL. Cette nouvelle spécification technique qui permet d'afficher, de créer et de gérer dynamiquement des éléments graphiques en 3D au sein d'un navigateur Web, va ainsi permettre plus de souplesse au niveau par exemple du changement de l'orientation de la carte comme son inclinaison, autorisant ainsi de nouvelles manières de représenter le monde en s'affranchissant de la classique vue de dessus en deux dimensions orientée nord.

## Conclusion

Cet article fut l'occasion de montrer que les modalités de représentation de l'information géographique (déjà bouleversées par les SIG) comme de construction d'une carte (en ligne) évoluent selon des logiques propres au géoweb et à l'Internet en général. Les nouveaux usages de carte en ligne s'accompagnent de nouvelles conventions graphiques propres aux environnements informatiques distribués et surtout adaptés aux nouveaux utilisateurs. Avec la démocratisation de l'écriture de la carte, un nouveau langage cartographique « simplifié » et « grand public » regroupant un ensemble de moyens graphiques se constitue avec le temps.

Comme nous avons pu le préciser à plusieurs reprises, au cœur du processus de construction de la carte sur Internet, les applications en ligne facilitent la mise en forme des données spatiales tout en contraignant le cartographe (professionnel comme amateur) à un système de signes graphiques prédéfinis. Même si quelques grandes entreprises trustent le marché de la cartographie en ligne, une multitude de petites startups et de communautés libres toujours plus originales et innovantes émergent régulièrement, offrant ainsi à la cartographie un univers toujours plus large et diversifié, lui évitant par la même une standardisation. Même si les outils, les langages comme les formats de données spatiales tendent à s'harmoniser, les cartes numériques ont largement pris le pas de la créativité et de l'originalité, donnant ainsi lieu chaque jour à une pléthore de géovisualisations singulières toujours plus innovantes.

Nous retiendrons aussi que les nouveaux cartographes du Web, le grand public, les webmasters, web designers, *data scientists* et autres développeurs informatiques ne se posent pas les mêmes questions et n'ont pas les mêmes objectifs que les cartographes « professionnels », très souvent géographes. L'objectif pour ces apprentis cartographes n'est pas de produire des cartes complexes ou bien construites sémiologiquement parlant, mais davantage de mettre en place des géovisualisation originales, esthétiques et interactives à destination du grand public. Certes les erreurs sémiologiques sont légions sur le géoweb, il faut tout de même relativiser ce point en précisant que le respect de la sémiologie graphique ne garantit pas forcément que le message véhiculé par la carte sera bien interprété par celui qui la lira.

Le véritable défi sémiotique du géoweb réside dans les modalités de représentations graphiques de nouvelles formes de données numériques en temps réels relatives par exemple à la mobilité, aux réseaux sociaux ou aux mesures provenant des capteurs connectés toujours plus nombreux. Pour le moment les solutions en ligne réutilisent pour beaucoup les moyens graphiques existants en essayant de les transposer à ces nouvelles données. Il faut aujourd'hui réfléchir, concevoir et développer de nouveaux systèmes de

signes adaptés à la fois aux informations à représenter, à leurs temporalités, aux publics visés comme aux dispositifs mobilisés (à l'image des smartphones).

Un vaste chantier s'ouvre ainsi aux « professionnels » de la carte, non pas pour en garder le contrôle, mais surtout pour que la carte sur Internet conserve ses spécificités et une certaine rigueur. Il est nécessaire que la cartographie comme science et discipline évolue profondément en prenant largement le pas du numérique et de l'Internet, et surtout que la communauté cartographique et géographique s'investissent activement dans cette mutation afin d'éviter que la carte ne devienne qu'un simple mode de visualisation de données en ligne parmi tant d'autres.

## Bibliographie

- Amato E.A., 2015, « Enjeux et opportunités de la datavisualisation : interagir avec les données. », *I2D—Information, données & documents*, n° 52, p. 34-35.
- Arnaud A., Davoine, P.A., 2009, « Approche cartographique et géovisualisation pour la représentation de l'incertitude », *SAGEO 2009*. 12 p.
- Batty M., Hudson-Smith A., Milton R., Crooks A., 2010, « Map mashups, web 2.0 and the GIS revolution », *Annals of GIS*, n° 16, p. 1-13.
- Cardon D., 2012, « Regarder les données », *Multitudes*, n° 2, p. 138-142.
- Crampton J., Graham M., Poorthuis A., Shelton T., Stephens M., Wilson, M., Zook, M., 2013, « Beyond the geotag: situating big data and leveraging the potential of the geoweb », *Cartography and geographic information science*, 40(2), p. 130-139.
- De Longueville B., 2010, « Community-based geoportals: The next generation? Concepts and methods for the geospatial Web 2.0. Computers », *Environment and Urban Systems*, 34(4), p. 299-308.
- Eckert D., Jégou L., 2008, « Quel planisphère de références pour Google Maps », *Mappemonde*, n° 92.
- Elwood S., 2008, « Geographic Information Science: new geovisualization technologies - emerging questions and linkages with GIScience research » *Progress in Human Geography*, 33(2), p. 256-263.
- Elwood S., Leszczynski A., 2013, « New spatial media, new knowledge politics », *Transactions of the Institute of British Geographers*, 38(4), p. 544-559.
- Fekete J.D., Boy J., 2015, « Datavisualisation : des données à la connaissance - Recherche en visualisation d'information ou Dataviz : pourquoi et comment ?, *I2D—Information, données & documents*, n° 52, p. 32-33.
- Field, K. S., 2008, « Maps, mashups and smashups », *The Cartographic Journal*, n° 45, p. 241-245.
- Field K., O'Brien J., Cartwright W., 2011, « Exploring cartographic design in social-network map mashups », *Proceedings of the 25th International Cartographic Conference*, p. 3-8.
- Gale G., 2013, « Push pins, dots, customisation, brands and services: the three waves of making digital maps, *The Cartographic Journal*, n° 50, p. 155-160.
- Gaffuri J., 2011, « Improving web mapping with generalization », *Cartographica*, n° 46, p. 83-91.
- Griffin A.L., Fabrikant S.I., 2012, « More Maps, More Users, More Devices Means More Cartographic Challenges », *Cartographic Journal*, (49)4, p. 298-301.
- Haklay M., Singleton A., Parker C., 2008, « Web Mapping 2.0: The Neogeography of the GeoWeb », *Geography Compass*, 2(6), p. 2011-2039.
- Halik L., 2012, « The analysis of visual variables for use in the cartographic design of point symbols for mobile Augmented Reality applications », *Geodesy and Cartography*, 61(1), p. 19-30.
- Huang H., Gartner G., 2012, « A Technical Survey on Decluttering of Icons in Online Map-Based Mashups ». dans Peterson M.P., dir., *Online Maps with APIs and WebServices*, Berlin, Springer, p. 157-175.
- Jégou L., 2007, « La troisième dimension en cartographie statistique, des cartes en prismes imprimées aux modèles 3D interactifs », *M@ppemonde*, n° 86.
- Jones C.E., 2010, « Practical Cartography », dans Haklay M., dir., *Interacting with Geospatial Technologies*, Chichester West Sussex, John Wiley, p. 145-178.
- Joliveau T., Noucher M., Roche S., 2013, « La cartographie 2.0, vers une approche critique d'un nouveau régime cartographique », *L'information géographique*, 77(4), p. 29-46.
- Joliveau T., 2011, « Le géoweb, un nouveau défi pour les bases de données géographiques », *L'Espace géographique*, 40(2), p. 154-163.

- Kraak M.J., Ormeling F., 2010, *Cartography : Visualization of Spatial Data*, New-York, The Guildford Press.
- Laurini R., Servigne S., 2011, « Potentialité du géoweb », *L'Espace géographique*, 40(2), p. 109-116.
- Li S., Dragicevic S., Castro F.A., Sester M., Winter S., Coltekin A., Cheng T., 2015, « Geospatial big data handling theory and methods: A review and research challenges », *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, sous presse.
- Loidl M., Fischer F., Traun C., 2011, « Transactional Map Symbols - At the crossroads of cartography? », dans Car A., Griesebner G., Strobl J., dir., *GI-Forum*, Salzburg, Wichman Verlag, p. 51-61.
- MacEachren A.M., Kraak M. J., 1997, « Exploratory cartographic visualization: advancing the agenda », *Computers & Geosciences*, 23(4), p. 335-343.
- MacEachren A. M., Kraak M. J., 2001, « Research challenges in geovisualization », *Cartography and Geographic Information Science*, 28(1), p. 3-12.
- Mericskay B., Roche S., 2011, « Cartographie 2.0: le grand public, producteur de contenus et de savoirs géographiques avec le web 2.0 », *Cybergeo : European Journal of Geography*, n° 522.
- Parker C.J., 2014, *The fundamentals of human factors design for volunteered geographic information*, New-York, Springer.
- Palsky G., 2013, « Cartographie participative, cartographie indisciplinée », *L'Information géographique*, 77(4), p. 10-25.
- Ratcliff E., 2007, « Google Maps is Changing the Way We See the World », *Wired Magazine*, n° 15.
- Rieder B., 2008, « Entre marché et communauté: une discussion de la culture participative à l'exemple de Google Maps », *Conférence Ludovia 2008: Do it yourself 2.0*, p. 282-292.
- Scharl A., Tochtermann K., 2007, *The Geospatial Web: How Geobrowsers, Social Software and the Web 2.0 are Shaping the Network Society*, Londres, Springer.
- Singleton, A., Brunson C., 2014, « Escaping the pushpin paradigm in geographic information science: (re)presenting national crime data », *Area*, 46(3), p. 294-304.
- Sui D., Elwood S., Goodchild M., (2013), *Crowdsourcing geographic knowledge: volunteered geographic information (VGI) in theory and practice*, Berlin, Springer.
- Sui D., Goodchild M., 2011, « The convergence of GIS and social media: challenges for GIScience », *International Journal of Geographical Information Science*, 25(11), p. 1737-1748.
- Sui, D., Elwood, S. et Goodchild, 2013, *Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice*, Berlin, Springer.
- Torpelund-Bruin C., Lee I., 2009, « When generalized Voronoi diagrams meet GeoWeb for emergency management », dans Chen H, Yang C., Chau M., Li S., dir., *Intelligence and Security Informatics*, Berlin, Springer, p. 64-75.
- Traun C., 2013, « Digital = Different ? New Purposes of Maps », dans Chymyrov A., Assylbekova A., dir., *Proceedings of the 7th Central Asia GIS Conference - GISCA'13*, p. 33-40.
- Wallace T.R., 2011, « A new map sign typology for the GeoWeb ». *International Cartographic Conference*, Paris
- Zastrow M., 2015, « Data visualization: Science on the map », *Nature*, n° 519, p. 402-405.