

LA CARTE À LA CARTE SUR LE WEB

par Bénédicte Bucher

Institut Géographique National
Laboratoire COGIT
2-4 avenue Pasteur
94165 Saint-Mandé cedex
E-mail : benedicte.bucher@ign.fr

La rédaction d'une carte sur mesure sur le Web présente des spécificités fortes : nouvelles fonctions attendues de la carte, nouveau type de carte, nouvelles architectures de conception. Les nouvelles possibilités offertes par le Web et les nouvelles compétences exigées pour les exploiter ont pu occulter la pertinence de l'expertise traditionnelle du cartographe pour concevoir une carte sur mesure efficace. Cet article insiste sur l'importance d'intégrer cette expertise dans les architectures de conception d'une carte à la carte sur le Web.

Mots-clefs : Cartographie sur mesure, Web

L'utilisation de cartes sur le Web connaît un succès grandissant grâce aux évolutions technologiques et plus encore grâce aux capacités des cartes à susciter l'intérêt, à communiquer des informations et à supporter des prises de décisions. Ces capacités sont spécifiques à chaque carte : une carte fade ne retient pas l'attention, une carte trop bigarrée ne délivre pas de message visuel clair. Une carte bien conçue doit donc capter l'attention du lecteur et lui communiquer les informations voulues par son concepteur selon des modalités qu'il a prévues (lecture d'ensemble, lecture zone par zone ou thème par thème...). Par exemple, une carte d'analyse doit permettre à son lecteur de faire des hypothèses sur un phénomène et de valider ces hypothèses grâce à une lecture détaillée de propriétés de ce phénomène.

La conception de cartes sur mesure sur le Web a évolué à plusieurs égards depuis la conception d'une carte sur mesure plus traditionnelle. Tout d'abord, les objectifs ont changé. Des éléments d'analyse sur l'évolution des fonctions attendues des cartes Web sont fournis par la première partie de cet article. De plus, la nature des cartes a également changé. La deuxième partie de cet article définit des propriétés pertinentes pour étudier la carte Web¹. Enfin, le processus même de conception de la carte, ainsi que ses acteurs et outils, ont évolué. La troisième partie de cet article étudie les connaissances et assistances à l'utilisateur nécessaires lors de la rédaction d'une carte Web sur mesure.

1 FONCTIONS DES CARTES WEB SUR MESURE

1.1 Rechercher des ressources sur le Web

Les cartes sont actuellement beaucoup utilisées sur le Web comme des indexes permettant de rechercher des informations. Cette fonction d'indexation est appelée adressage dans les SIG. En recherche d'information, elle se décompose généralement en deux étapes : la découverte et

l'exploration. La découverte consiste à demander au moteur de recherche d'identifier toutes les ressources répondant a priori à un besoin exprimé par une requête. L'exploration consiste ensuite à examiner davantage la pertinence des ressources retournées lors de la découverte. Des critères spatiaux participent souvent à pertinence (Je cherche un hôtel à Moscou, autant que possible accessible en métro, proche de la place Rouge, éloigné du périphérique bruyant...), et la carte peut être extrêmement utile non pas tant en phase de découverte qu'en phase d'exploration pour évaluer la pertinence de ressources [Bucher et al., 2005].

Une spécificité importante du Web eu égard à cette fonction est la diversité et le nombre des ressources qu'un utilisateur peut vouloir rechercher dessus. Citons quelques exemples : des photographies (voir fig. 1), les derniers désastres survenus sur la planète (voir fig. 2), des voisins de quartier (comme sur www.peuplade.fr), ou au contraire des personnes de l'autre côté de la planète qui écoutent le même album musical au même moment (comme sur www.pocket-symphony.com)... Toutes ces informations peuvent être indexées sur une carte à partir du moment où l'on peut leur associer une empreinte spatiale.

1.2 Plans de situation, itinéraires

Les cartes sont aussi utilisées sur le Web pour remplir des fonctions traditionnelles de plans de situation ou d'itinéraires. Concernant les itinéraires, certaines approches visent à éviter à l'utilisateur de lire une carte, en lui donnant des indications de direction par son téléphone portable par exemple, pour suivre un itinéraire calculé par le système. Néanmoins, elles ne remplacent pas toutes les fonctions apportées par la lecture d'une carte, comme repérer un itinéraire plus long mais plus agréable ou décider de faire un détour. La carte favorise encore de nombreuses analyses et décisions spatiales que le système ne peut effectuer à la place de l'utilisateur car il ne connaît pas suffisamment cet utilisateur et ses besoins.

1. Nous utilisons l'expression 'carte Web' pour désigner le concept de 'carte sur le Web', par analogie aux expressions 'carte papier' ou 'carte écran'.

1.3 Information du citoyen, politiques environnementales, gestion du risque...

Avec la directive européenne INSPIRE, on peut s'attendre à ce que les cartes soient utilisées pour diffuser aux citoyens des États membres des informations environnementales nationales ou européennes. Le portail français sur les questions européennes propose déjà plusieurs cartes comme la « carte des programmes régionaux d'actions innovatrices 2001-2006 » (www.touteleurope.fr). La gestion des risques est aussi un domaine d'application d'ores et déjà très actif des cartes Web. Certaines cartes comme celles du site *gdacs.org* (cf. fig. 2) utilisent encore une sémiologie très limitée. L'approche de MapAction intègre davantage d'expertise cartographique pour fournir une information géographique de qualité et à jour (www.mapaction.org). Lors d'un désastre, des membres de MapAction ayant une expertise cartographique et une expertise du domaine du désastre rédigent des cartes dédiées utilisant des données récentes. D'autres membres se rendent sur le lieu du risque avec du matériel d'impression, y reçoivent par Internet les cartes récentes, les impriment et les fournissent aux opérationnels du terrain. Ces cartes (fig.3) peuvent être recherchées sur Internet grâce au site *reliefweb.int*. Les cartes sont également très utiles dans le domaine de la prévention des risques comme l'illustre le site *CartoRisque* en France (*cartorisque.prim.net*), accessible depuis le *Geoportail* (www.geoportail.fr), qui publie des cartes de prévention du risque. Le citoyen peut accéder par exemple à la carte des risques industriels de sa région.

1.4 Expression des personnalités et recours aux émotions

Une autre fonction de la carte est de répondre à divers besoins d'estime de son auteur ou de son diffuseur. Le Web est un lieu où de nombreux internautes livrent des informations très personnelles, par exemple en tenant un blog (sorte de journal de bord) ou en publiant des photographies ou des vidéos personnelles. Dans certains forums également, le recours à des pseudos imagés illustre à quel point le Web est un lieu où les personnalités s'expriment et où les intervenants sont soucieux de transmettre une image d'eux en plus de leurs opinions. L'usage des smiley, comme « :-) », montre également le désir d'exprimer et partager des émotions. La conception d'une carte permet à son auteur d'exercer sa créativité, d'affirmer son individualité en se différenciant des autres, d'affirmer son appartenance à une communauté en empruntant ses codes, de se valoriser en réalisant une belle œuvre, une prouesse technique ou une œuvre originale. Elle lui permet aussi d'en appeler aux émotions de ses lecteurs.

1.5 Ancrer un phénomène dans la réalité, susciter une prise de conscience

Enfin, la carte Web doit permettre une prise de conscience de phénomènes spatiaux par les acteurs responsables de ces phénomènes ou de leur traitement. La problématique environnementale est au cœur de l'actualité et il s'avère urgent de sensibiliser davantage les décideurs et le citoyen à ces questions. Représenter ces phénomènes en les ancrant concrètement dans notre expérience de l'espace est une fonction importante de la carte Web.

2 CARACTÉRISTIQUES ABSTRAITES PERTINENTES POUR LA CONCEPTION DE CARTES WEB

2.1 Variables concrètes et caractéristiques abstraites d'une carte

Une carte se distingue d'une autre par des différences dans des variables concrètes, indépendamment de toute interprétation d'un lecteur. Les variables concrètes d'une carte classique sont les variables des signes graphiques composant la carte, comme leur couleur, leur taille ou leur granularité. Les variables concrètes d'une carte écran incluent aussi les variables des comportements des objets graphiques, comme la fréquence de clignotement d'un signe, ainsi que les variables des interactions offertes à l'utilisateur, comme la définition des zones interactives de la carte et les événements associés. La carte Web hérite des variables des cartes classiques et des cartes écran, mais elle intègre en plus les variables des modalités de communications réseaux de la carte (Fig. 4).

Pour guider le dessin d'une carte, c'est-à-dire la manipulation à bon escient des variables concrètes qui composent la carte, les cartographes ont identifié des variables plus abstraites de cette carte, que nous désignerons dans la suite de cet article sous le terme de 'caractéristiques abstraites de la carte'. Leur intérêt est de servir de niveau intermédiaire entre les fonctions d'une carte et les variables concrètes composant la carte (cf. Fig. 5). Il s'agit par exemple des domaines de la réalité apparaissant sur la carte, des niveaux de lecture, du caractère différentiel ou ordonné des informations [Weger, 1999]. Les caractéristiques abstraites pertinentes de la carte Web doivent être définies en prenant en considération d'une part ce que les variables concrètes de ce type de carte peuvent offrir, et d'autre part ce que les fonctions attendues de la carte Web nécessitent.

2.2 Caractéristiques héritées de la carte classique

Dans le cas des cartes traditionnelles, une importante caractéristique abstraite est le type de la carte comme la carte de communication ou la carte d'inventaire. Des typologies ont été proposées par les cartographes, qui ont ensuite analysé les règles liées à l'usage de variables graphiques statiques pour satisfaire ces caractéristiques abstraites [Bertin, 1967] [Tufté, 2001].

Par ailleurs, deux caractéristiques classiques d'une carte ont revêtu ces derniers temps une importance particulière en raison des évolutions technologiques (qui permettaient de les soigner tout particulièrement) et en raison des fonctions attendues d'une carte Web (qui reposent tout particulièrement sur elles). Il s'agit de la représentation en 3D et du réalisme, la représentation en 3D augmentant souvent le réalisme. Ces caractéristiques sont très développées dans les globes et mondes virtuels. Un globe virtuel est un globe 'clicquable'. Il donne accès à des informations par le biais du 'survol' de vues satellites ou aériennes d'un espace géographique réel. Un système de réalité virtuelle, ou monde virtuel, permet à l'utilisateur de faire l'expérience

d'un espace géographique virtuel de façon plus riche que le survol, c'est-à-dire en exploitant des fonctions techniques reproduisant celles offertes par les objets de la réalité pour se déplacer. Ces globes et mondes virtuels ont leur place dans un état de l'art sur les cartes Web car le lien entre la carte, le globe virtuel sur le Web et le monde virtuel est en train de devenir ténu dans l'esprit de l'utilisateur du Web. Tous permettent d'appréhender un espace géographique. Le succès retentissant de Google Earth est fortement lié aux sensations procurées par la visualisation 3D d'images aériennes sur des zones connues, « j'ai vu ma maison ». Les caractéristiques de réalisme et de 3D supportent finalement deux fonctions importantes d'une carte : 'susciter des émotions' et 'ancrer dans la réalité'. C'est donc à l'égard de ces deux fonctions que les mondes virtuels peuvent enrichir les représentations cartographiques symboliques. En suscitant des émotions, ils captivent l'attention du lecteur. En ancrant la représentation dans la réalité, ils favorisent la prise de conscience. Réciproquement, la carte symbolique peut enrichir les mondes virtuels en leur ajoutant des caractéristiques qui leur font défaut : la représentation d'objets non visibles sur le terrain comme des toponymes ou des données socio-économiques. Pour l'heure, ces caractéristiques cohabitent mal, l'expertise cartographique s'étant concentrée sur les cartes 2D correspondant à une vue du ciel.

2.3 Caractéristiques héritées de la carte écran

Les chercheurs en géovisualisation ont étudié les caractéristiques abstraites pertinentes pour faciliter le processus de lecture d'une carte écran. Pour cela, ils ont spécifié l'objet de leur étude comme un objet qui supporte in fine les mêmes fonctions qu'une carte classique mais qui le fasse plus efficacement. Cet objet doit aider la 'lecture' d'un grand nombre de données en facilitant les mêmes étapes que celles classiquement mises en jeu lors de la lecture de cartes papier. Il s'agit d'un jeu de vues cartographiques ou graphiques qui peuvent être dynamiques ou interactives. Ces vues sont associées à des fonctions qui automatisent des opérations classiques de lecture comme l'établissement ou la vérification d'hypothèses [Andrienko and Andrienko, 2006] [Koua et al., 2006]. Les chercheurs dans ce domaine se concentrent sur la formalisation des tâches de lecture d'une carte et leur décomposition en des opérations qui peuvent reposer sur l'invocation de fonctions automatiques. Des caractéristiques importantes sont les capacités de requêtage offertes par le modèle des données sous-jacentes et accessibles via la carte, ainsi que les fonctions d'analyse automatique – souvent statistiques associées à la carte.

D'autres caractéristiques interactives importantes sont de faciliter l'intégration d'une vue réaliste (carte satellite ou monde virtuel) à une vue plus abstraite et symbolique. Nous avons rappelé à la sous-section précédente que ces deux caractéristiques cohabitaient difficilement sur une carte statique. La carte interactive peut faciliter leur intégration. Sur le Géoportail, par exemple, l'utilisateur peut déplacer un curseur de transparence pour passer en continu d'une vue satellite à une carte symbolique (cf. Fig. 6). Une autre caractéristique est l'existence d'animations. Par exemple l'atlas de Tülersee affiche les itinéraires de façon dynamique pour augmenter leur

visibilité (www.carto.net/papers/svg/tuerlersee/). Dans les sections suivantes, nous étudions des caractéristiques abstraites importantes et plus spécifiques des cartes Web.

2.4 Caractéristiques d'affichage

Des caractéristiques d'affichage de la carte Web sont la possibilité de l'adapter à divers contextes de lecture potentiels : écrans de tailles variables, logiciels de navigation, accessibilité aux déficients visuels. D'autres caractéristiques sont la rapidité d'affichage, l'existence d'un affichage progressif, puis la possibilité pour le lecteur de personnaliser l'affichage des données.

2.5 Caractéristiques de navigation

Une caractéristique importante de la carte Web est la connectivité de cette carte avec d'autres informations accessibles sur le Web. Eu égard à la fonction de recherche d'information présentée auparavant, l'interaction doit faciliter l'exploration, soit en affichant des informations supplémentaires sur la ressource correspondant au symbole sélectionné, soit en conduisant directement à la ressource grâce à la navigation hypertexte. Les utilisateurs du Web sont extrêmement exigeants en terme de fluidité de leur navigation sur le Web. Il est important que la carte ne déçoive pas le lecteur sur les interactions proposées. Si une ressource affichée est disponible en ligne, l'utilisateur doit pouvoir y accéder en quelques clics à partir du symbole. Le site de la RATP, comme illustré sur la figure 7, utilise cette technique pour aider l'utilisateur à consulter un plan de métro.

2.6 Caractéristiques d'acquisition

Une autre caractéristique importante d'une carte Web est la nature des flux d'information source. De nombreuses cartes Web comportent la particularité de pouvoir s'enrichir dynamiquement de contributions d'utilisateurs. La figure 8 montre par exemple le site *GarbageScout* (www.garbagescout.com) cartographiant les objets abandonnés sur le trottoir grâce à des informations fournies par les piétons. Une autre application, *Sahana* (www.sahana.lk), est dédiée à la mise en place de sites de gestion collaborative d'un désastre, qui permettent à chacun d'indiquer les personnes disparues ou des données sanitaires. Les techniques de gestion de flux d'information sur le Web comme RSS permettent d'automatiser l'envoi d'un site à un autre d'informations à jour avec une certaine fréquence. Ainsi, il est simple de rédiger une fois pour toute une carte Web qui affiche les prévisions météorologiques du jour : il suffit de gérer l'information thématique sous la forme d'un flux dynamique d'information.

2.7 Caractéristiques d'édition directe et participative

Dans les exemples mentionnés précédemment de cartes affichant les contributions d'utilisateurs, l'utilisateur n'édite pas directement la carte affichée sur son navigateur. Une telle fonction d'édition directe d'un objet via le navigateur même, qui sert à le visualiser, est souvent désignée comme le 'wiki'. Cette fonction est par exemple utilisée dans l'encyclopédie en ligne *Wikipédia* (www.wikipedia.org). Cette

même caractéristique est une caractéristique essentielle de la carte classique : il est important de pouvoir dessiner dessus et c'est ce qui fait souvent la supériorité d'une carte papier sur une carte écran. Des fonctions d'édition de carte sur le mode wiki sont proposées dans *Wikimapia* où l'utilisateur peut spécifier un nom de lieu, une zone associée et un commentaire textuel associé. Des sites utilisant la technologie Google Maps (lecturer.eng.chula.ac.th/fsvskk/ggmap2/gmad-v2x.html) proposent maintenant d'éditer sur le mode wiki des géométries d'objet. La fonction wiki, outre l'édition directe, permet aussi de conserver un historique de plusieurs éditions d'utilisateurs et d'associer des commentaires à une édition. Ainsi, sur *Wikipédia*, à la définition d'un terme est associé un 'historique' des modifications apportées à cette définition et une 'discussion' autour de cette définition qui sont accessibles via des onglets.

2.8 Caractéristiques d'interopérabilité

On désigne par 'interface programmatique' d'un composant le format d'interaction possible de ce composant avec un programme. Une caractéristique importante de la carte Web est son interface programmatique qui lui permettra d'interopérer avec des programmes. Une première interface est tout simplement le format d'export de la carte qui offre la possibilité de l'envoyer à une imprimante ou de l'enregistrer pour la visualiser sur un terminal nomade. Il est important de vérifier que les fonctions pertinentes sont bien supportées par la carte exportée. Par exemple, s'il s'agit d'une carte papier, l'ensemble des caractéristiques d'interactivité ne pourront être exportées. Les fonctions correspondantes devront être supportées d'une autre façon.

La carte sur le Web n'est pas toujours destinée à un lecteur humain. Elle peut aussi être exploitée par un programme. La technique des services Web est ainsi souvent présentée comme un ensemble de technologies permettant de mettre en place un Web des applications, c'est-à-dire mettre en place un ensemble de sites Web destinés à être interrogés automatiquement. L'Open Geospatial Consortium, réunissant des vendeurs de logiciels, des utilisateurs, des universitaires et des instituts de normalisation, a proposé des spécifications d'interface entre applications manipulant de l'information géographique.

De plus, l'usage du Web est souvent le fait de hackers. Le hacker est un utilisateur qui ne se contente pas des interfaces graphiques mais cherche à reprendre et à adapter des outils, les détournant de leurs usages premiers. Le hacking n'est pas toujours un piratage néfaste. Cette activité peut aussi être un facteur de valorisation d'outils en mettant en évidence de nouveaux usages. C'est pourquoi, une certaine catégorie de hackers cible maintenant les applications Web. Pour cela, elle présente des interfaces programmatiques qui lui sont adaptées, c'est-à-dire une interface que les hackers sauront comprendre et utiliser en s'aidant de la documentation et de recherches sur le Web. Dans le domaine de l'information localisée sur le Web, le terme 'spatial mashups' désigne des réalisations faites en exploitant divers outils qui n'étaient pas initialement faits pour cet usage.

2.9 Caractéristiques de protection

Cela étant, il ne faut pas oublier l'existence de pirates. Par exemple, sur le site Garbage scout, on peut lire maintenant le message suivant « Ceci est une version désactivée de Garbagescout. En raison de graves problèmes de spam, et d'un manque de réels utilisateurs, ce site est temporairement désactivé [tda] ». Une autre caractéristique de la carte est donc sa sécurité et les droits d'utilisation et de redistribution associés. Le marquage de cartes sur le Web peut se faire par l'introduction d'un biais artificiel dans la représentation : ajout d'un objet non présent dans la réalité, déformation des géométries [Lafaye et al., 2007]. Protéger des données destinées à un usage Web est délicat. Le goût de la collaboration et du partage sur le Web induit une revendication contraire des utilisateurs. La carte à la carte doit dans de nombreux cas être suffisamment libre de droit pour pouvoir être diffusée dans une communauté. En réaction aux contraintes de diffusion des données des instituts, et grâce à la vulgarisation du GPS, des communautés se sont formées pour acquérir ensemble des données géographiques. Citons l'exemple de la communauté OpenStreetMap qui invite toute personne à contribuer à l'acquisition de données géographiques libres de diverses façons. La plus répandue est d'envoyer des informations géométriques sous forme de traces GPS, ou des informations sémantiques comme des noms de lieux. Un contributeur britannique a acheté les cartes de l'Ordnance Survey vieilles de plus de cinquante ans et de ce fait libres de droit. Il les a scannées et assemblées puis d'autres membres ont fait de l'orthorectification. Le résultat est New Popular Editions Map (www.npemap.org.uk), un site qui permet d'interroger un serveur de dalles cartographiques jointives sur la Grande-Bretagne. Ces données sont disponibles sous la Creative Commons Attribution-ShareAlike 2.0 License. « Vous êtes libres d'utiliser cette création à des fins commerciales » mais « Si vous modifiez, transformez ou adaptez cette création, vous n'avez le droit de distribuer la création qui en résulte que sous un contrat identique à celui-ci. »

3 OUTILS ET CONNAISSANCES POUR LA CONCEPTION D'UNE CARTE SUR MESURE SUR LE WEB

Dans la partie précédente, nous avons analysé les fonctions générales attendues des cartes Web et les caractéristiques de ces cartes. Dans cette partie, nous listons quelques uns des nombreux enjeux posés par la conception de cartes sur mesure possédant de telles caractéristiques.

3.1 Formalisation du besoin, définition des caractéristiques abstraites de la carte

La rédaction d'une carte sur mesure inclut nécessairement une étape de formalisation du besoin. Il n'existe cependant dans les modèles standard aucun élément de modélisation des fonctions attendues d'une carte et de ses caractéristiques. Ceci est pourtant crucial, d'une part, pour permettre à l'utilisateur de spécifier les objectifs de sa carte indépendamment des données disponibles, et, d'autre part, pour permettre à un service d'évaluer automatiquement l'efficacité d'une carte. L'objet MapContext du consortium ISO/OG décrit non pas une spécification de carte mais une

spécification de dessin d'une carte : il contient des éléments dédiés à l'acquisition d'objets auprès de serveurs d'objets et des éléments dédiés à la définition précise des styles à utiliser pour dessiner de tels objets. [Bucher et al., 2007] proposent d'étendre le standard MapContext pour intégrer des éléments dédiés à la spécification des objectifs de la carte à un niveau plus abstrait : celui des caractéristiques abstraites de la carte décrit dans la deuxième partie de cet article.

La définition des caractéristiques abstraites de la carte est une étape difficile qui peut nécessiter l'expertise du cartographe. Typiquement, il faut au moins connaître leur existence et leur signification. Or l'utilisateur est rarement conscient de l'existence de ces caractéristiques car certaines n'apparaissent pas dans le cartouche de légende. [Harrower and Brewer, 2003] proposent une interface Web, appelée ColorBrewer, permettant à un utilisateur de préciser le nombre de classes devant apparaître sur sa carte et le type de relation entre ces classes. Cette approche permet bien à l'utilisateur de spécifier les caractéristiques abstraites de sa carte. [Weger, 1999] propose des règles pour spécifier les caractéristiques d'une carte (caractéristiques qu'il appelle 'modèle de composantes') en fonction de types de cartes : la carte d'inventaire, la carte de traitement, la carte d'information et la carte de synthèse. D'autres auteurs étudient la spécification des échelles les mieux adaptées à des modèles d'analyse dans le domaine de l'environnement [Lilburne et al., 2004]. Enfin, concernant la désignation de la zone couverte par la carte, le projet GeoNames vise à constituer une base multilingue de noms de lieux géoréférencés, qui pourra être utilisée automatiquement comme un service gazetier (www.geonames.org).

3.2 L'acquisition et la restructuration des données

Il est ensuite nécessaire d'identifier les données correspondant aux domaines de la réalité que l'on veut représenter sur la carte et de les acquérir. La directive européenne INSPIRE a mis l'accent sur la nécessité de mettre en place des services pour l'accès aux données et l'intégration de données provenant de sources hétérogènes, et il existe des propositions opérationnelles dans ce domaine. Ces services utilisent des métadonnées standard pour décrire les produits et jeux disponibles. Ces métadonnées incluent la liste des 'features' (lire objets) représentés dans le jeu. Le problème est que les normes ISO emploient le terme 'feature' pour désigner parfois des objets du monde réel et parfois des objets des bases de données [Probst, 2006]. Or il faudrait bien plutôt distinguer les deux notions et expliciter le lien entre un type d'objet du monde réel (une catégorie d'une ontologie du monde réel) et un type d'objet d'une base de données. Les travaux de [Gesbert, 2005] sur la formalisation des spécifications d'acquisition et de représentation des bases de données géographiques proposent un modèle pour représenter ce lien. Il peut être nécessaire de définir un modèle de données pour la carte, que ce soit pour adapter les données à la tâche de dessin ou encore pour permettre l'accès à des fonctions de requête depuis la carte. Ce modèle doit être suffisamment flexible pour intégrer des données représentant des informations de natures très variées et suffisamment standard pour

pouvoir lire des données provenant de sources diverses. Il existe des modèles éprouvés pour concevoir un schéma de données géographiques, mais ces modèles ne semblent pas adaptés à la modélisation des données d'une carte sur le Web, pour les raisons détaillées ci-après :

- Les modèles standard proposés par l'International Standardisation Organisation (ISO) et l'Open Geospatial Consortium (OGC) sont conformes aux modèles classiques des SIG. Ils structurent l'information par couche, comme celles des maisons ou des routes. Or, les concepts importants pour les utilisateurs ne sont pas tant les couches que les objets et les relations entre objets. Pour répondre à ces exigences, les spécifications OGC évoluent maintenant vers un modèle permettant de travailler par choix d'objets et par zone d'intérêt.

- Par ailleurs, ces modèles standard sont encore trop complexes pour les 'hacker' comme le souligne [Singh, 2004]. Or une caractéristique importante de la carte Web est l'interface programmatique qu'elle offre aux développeurs Web.

- Ces modèles ne sont pas non plus conformes au paradigme clé du Web, qui est l'usage de métadonnées pour décrire des ressources. Un géomaticien voulant cartographier un phénomène définira un type correspondant à ce type de phénomène, comme 'Maison', puis il introduira la dimension spatiale dans ce type, par exemple en associant une propriété géométrique au type. L'utilisateur standard du Web procède autrement. Il définit un système d'identifiants pour le phénomène en question, puis il crée une métadonnée de localisation associée à cet identifiant c'est-à-dire un énoncé de la forme : 'la ressource identifiée par iiiii est localisée par la géométrie gi'. De fait, une problématique actuelle est la définition de systèmes d'identifiants pour des objets localisés et leurs représentations numériques.

- Enfin, l'usage de modèles relationnels (dans le sens base de données relationnelle) pour stocker et requêter des données géographiques est remis en cause par certains auteurs, comme [Bedel et al., 2006], qui préfèrent le recours aux formalismes des systèmes d'information logiques représentant un domaine par un ensemble de prédicats. Selon [Bedel et al., 2006], ces modèles se concentrent sur l'objet alors que le modèle relationnel 'privilégie la quantité'. Voyons l'exemple de la représentation de maisons. Lors de la création d'une BDG relationnelle pour organiser des données sur des maisons, le producteur de données va créer une table Maison puis des enregistrements dans cette table correspondant aux diverses maisons. Si un objet, la maison bleue, possède de nombreuses propriétés spécifiques que l'on veut représenter de façon structurée, il faut créer ces propriétés dans le schéma. Si les autres maisons n'ont pas de valeurs pour ces propriétés, il y aura autant de colonnes dans la table Maison, qui ne seront remplies, que sur la ligne de la maison bleue. Il est donc probable que le producteur de données ne les représentera pas ou alors les mettra dans un champ 'autre' de type 'texte libre'. Si le producteur utilise un système d'information logique il pourra définir pour chaque type d'objet des propriétés et définir celles qui ont nécessairement une valeur et celles qui peuvent ne pas avoir de valeur.

À ce stade également, l'utilisateur de données provenant de sources diverses peut avoir besoin d'effectuer des opérations d'intégration pour mettre en cohérence les géométries ou éliminer les redondances. Ces opérations peuvent s'appuyer sur des services de généralisation ou de conflation. Le projet GIMODIG propose par exemple une architecture qui fédère l'accès à des données géographiques provenant de divers producteurs européens et qui intègre des services de généralisation et de représentation multiple (gimodig.fgi.fi). Il faut également éventuellement réorganiser les données pour en réaliser le dessin, c'est-à-dire regrouper les objets pour simplifier l'écriture des styles. La restructuration de données géographiques est une tâche complexe qui nécessite des outils spécialisés et une expertise adéquate pour gérer les contraintes d'intégrité de la représentation, faire évoluer les métadonnées et garder le lien avec les données de référence. Les travaux de [Balley et al., 2006] visent à permettre à un utilisateur de mener cette tâche en ligne en bénéficiant des outils et de l'expertise d'un producteur de données.

3.3 La définition des styles

Actuellement, dans les serveurs de couches cartographiques, il convient davantage de parler de choix de style que de définition de style : l'utilisateur doit généralement choisir parmi des styles prédéfinis proposés par le serveur pour générer une couche cartographique à partir des objets qui l'intéressent. Cette approche est appelée à évoluer car des styles définis indépendamment ne peuvent pas toujours être superposés, par exemple si une même teinte a été utilisée par un fournisseur pour symboliser des routes et par un autre pour symboliser des zones de risque. Un autre aspect est d'adapter la représentation cartographique d'un objet à l'échelle de la carte. Certains travaux lient étroitement le choix de styles et le choix du niveau de détail lors de la cartographie d'un objet du monde réel pour pouvoir l'adapter plus ou moins automatiquement à différentes échelles de cartographie [Brewer and Buttenfield, 2007][Bédard and Bernier, 2002]. Dans certains cas, l'utilisateur ne peut avoir recours à des styles prédéfinis, il doit définir lui-même les styles dont il a besoin. Il lui faut alors savoir comment dessiner des signes graphiques transmettant le message souhaité. La figure 9 montre une carte du Web localisant des billets de blogs. À première vue, on peut penser que le billet localisé par un symbole rouge relate une expérience très négative ou alors qu'il a fait l'objet de commentaires très défavorables au contraire du billet vert. Il s'avère que le code de couleur correspond à un classement des billets, de l'entrée la plus récente aux plus anciennes, les quatre entrées les plus récentes ayant droit à une couleur différente des autres. Cet exemple montre comment les couleurs peuvent être mal employées et tromper le lecteur.

L'un des rares travaux visant à aider un utilisateur à concevoir une légende efficace est le ColorBrewer précédemment mentionné [Harrower and Brewer, 2003] et illustré sur la figure 10. Les spécifications des caractéristiques abstraites de la carte que l'utilisateur entre en haut à gauche de l'interface (nombre de classes et type de relation) sont interprétées par le ColorBrewer qui propose des gammes de

couleur adaptées. Ce travail a été intégré aux bibliothèques GeoTools et aura sûrement une forte diffusion.

Pour ce qui est de la définition de styles pour une carte Web, rappelons l'importance, déjà soulignée, de la création de cartes 'mixtes' qui représentent d'une part des phénomènes non visibles dans la réalité – en recourant à de symboles, et qui d'autre part intègrent des vues de mondes virtuels pour susciter une prise de conscience chez les acteurs en ancrant la représentation dans leur expérience de l'espace. Un enjeu important est ici d'intégrer dans les représentations de l'espace géographique le réalisme voulu par certains utilisateurs et la symbolisation nécessaire à une lecture des phénomènes géographiques.

Rappelons aussi la fonction d'expression des personnalités. Il semble important de permettre aux utilisateurs de concevoir le plus librement possible les styles de leur carte, tout en les assistant sur l'usage de variables graphiques et Web. Une thèse est en cours au laboratoire COGIT qui vise à établir un dialogue entre l'utilisateur et le serveur 'cartographe', donc à définir une légende qui satisfasse les règles de la sémiologie graphique et les exigences de l'utilisateur, tout en laissant le plus libre cours à la créativité de ce dernier [Christophe et al., 2007].

3.4 L'évaluation du résultat et la correction des problèmes de lisibilité

L'expert cartographe sait '[qu]à l'expérience il s'avère que la conceptualisation d'une symbolique n'est pas suffisante pour juger de sa pertinence, seul un fragment de pré-maquette permettra de se rendre compte de la valeur du message visuel' [Weger, 1999]. Le processus de la carte à la carte ne peut se faire indépendamment d'un processus d'évaluation du résultat obtenu. [Chesneau, 2006] a proposé une méthode d'amélioration automatique des contrastes de couleurs dans une carte du risque. La démarche suivie est de formaliser les objectifs des cartographes en traduisant les relations entre les classes de la légende en contraintes graphiques (comme les contrastes de couleurs). Des outils sont développés pour évaluer automatiquement si les 'relations visuelles' entre les objets graphiques sur la carte à la carte, c'est-à-dire leurs contrastes, correspondent à celles spécifiées entre les classes correspondantes de la légende.

Lorsque des problèmes de lisibilité surgissent, une généralisation cartographique est éventuellement nécessaire. Elle consiste à modifier les objets géographiques pour aménager de la place pour le dessin des symboles. Les styles utilisés dans les cartes Web actuelles ne tiennent souvent pas compte de l'échelle de visualisation ni de l'encombrement de la carte. La figure 11 montre un exemple de carte Web qui pose des problèmes de lisibilité. Ces problèmes pourraient être réglés par une réduction de la taille des symboles sur la carte de droite ou par une généralisation de cette information.

Ce processus a fait l'objet de nombreux travaux visant à l'automatiser et à évaluer son résultat. La conception de tels processus automatiques, dont les dernières avancées sont

détaillées dans [Ruas, 2007], est un pré-requis indispensable à la mise en place d'une chaîne de services pour la conception d'une carte sur mesure de qualité. D'ores et déjà, des services de généralisation sont disponibles sur Internet [Neun et al., 2006] [Harrower and Bloch, 2006].

CONCLUSION

Dans cet article, nous avons listé quelques difficultés liées à un processus carte à la carte sur le Web. D'autres difficultés n'ont pas été mentionnées, comme la conception de serveurs qui supportent la nouvelle charge induite par des services dynamiques. Des problèmes risquent également de survenir suite au raccourcissement de la chaîne habituelle de compétences et de responsabilités. Le chercheur Menno-Jan Kraak raconte une expérience révélatrice. Lors de la présentation d'une application conviviale de géovisualisation et de simulation, le décideur a demandé à l'expert aménageur de lui prêter son portable et il s'est 'amusé' à effectuer lui-même un plan d'aménagement. Or si les outils lui donnaient l'impression qu'il savait les utiliser, il ne possédait pas l'expertise de l'aménageur supposé les utiliser. La carte à la carte, rêve ou cauchemar ?

Nous voulons finalement insister sur l'importance de connaissances cartographiques dans la conduite d'un processus de conception d'une carte à la carte sur le Web.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRIENKO N., ANDRIENKO G., 2006, "Intelligent Visualisation and Information Presentation for Civil Crisis Management", dans *Proceedings of the 9th AGILE Conference on Geographical Information Science*, Budapest, 2006
- BALLEY S., BUCHER B., LIBOUREL T., 2006, "A service to customize the structure of a geographical dataset", in *Proceedings of Semantic Based GIS workshop (SEBGIS)*, Montpellier.
- BÉDARD Y., BERNIER E., 2002, "Supporting multiple representations with spatial databases views management and the concept of VUEL", dans *Proc. of the ISPRS/ICA workshop on multi-scale representations of spatial data*, Canada.
- BEDEL O., FERRÉ S., RIDOUX O., QUEVESSEUR E., 2006, "GEOLIS: A Logical Information System for Geographical Data", dans *Actes de la conférence SAGEO*, Strasbourg.
- BERTIN J., 1967, *Sémiologie graphique : diagrammes, réseaux cartes*.
- BREWER C., BUTTENFIELD B., 2007, "Framing guidelines for multi-scale mapmaking using databases at multiple resolutions", dans *Cartography and Geographic Information Science*, vol 34, 1.
- BUCHER B., CLOUGH P., PURVES R., SYED A., 2005, « La recherche géographique d'information sur le web : besoins et évaluation », *Le Monde des Cartes : revue du CFC*, n°186, p.15-21
- BUCHER B., JOLIVET L., BUARD E., RUAS A., 2007, "The need for Web Legend Services", dans *Proceedings of the 7th International Symposium on Web and Wireless GIS (W2GIS)*, Cardiff.
- CHESNEAU E., 2006, « Propositions méthodologiques pour l'amélioration automatique des contrastes de couleur - Application aux cartes de risque », *Cybergéo*, n°360.
- CHRISTOPHE S., BUCHER B., RUAS A., 2007, "A dialogue application for creative portrayal", dans *Proceedings of the XXIII^e International Cartographic Conference*, Moscou.
- GESBERT N., 2005, *Formalisation des spécifications de bases de données géographiques en vue de leur intégration*, thèse de l'Université de Marne-la-Vallée.
- HARROWER M., BLOCH M., 2006, "MapShaper.org: A Map Generalization Web Service", *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol.26, 4, p.22-27.
- HARROWER M., BREWER C., 2003, "ColorBrewer.org: An Online Tool for Selecting Color Schemes for Maps", *The Cartographic Journal*, vol.40, 1, p. 27-37.

L'utilisation des variables qui contribuent à la communication entre une carte et son lecteur ne découle pas de connaissances intuitives. La rédaction de cartes sur le Web nécessite de nouvelles compétences par rapport à la rédaction classique de cartes, et a conduit à de nouveaux enjeux techniques. Ces compétences et enjeux ont parfois éclipsé l'importance de la compétence cartographique pure. Mais il ne suffit pas de posséder un site Web qui fournisse des outils pour construire une carte interactive, alimentée par des flux dynamiques de données et comportant des liens hypertextes. Encore faut-il savoir utiliser ces outils pour que la carte résultat soit efficace en regard des fonctions que l'on attend d'elle. Ce domaine a bénéficié de l'apport des scientifiques qui ont étudié l'usage des variables de la carte pour transmettre un message selon une modalité voulue. Leur apport reste d'actualité ainsi que le montre cet article.

Remerciements

L'auteur tient à remercier Sébastien Mustière tout d'abord pour lui avoir confié l'écriture de cet article et ensuite pour l'enthousiasme, la patience et la pédagogie dont il a fait preuve pour l'aider dans la rédaction.

KOUA E. L., MACEACHREN A., KRAAK M.-J., 2006, "Evaluating the usability of an exploratory geovisualization environment". *International Journal of Geographical Information Systems*, 20(4) , p225-448

LAFAYE J., BÉGUEC J., GROSS-AMBLARD D., RUAS A., 2007, « Une méthode de tatouage du bâti robuste à l'équarrissage », dans *Actes du colloque SAGEO*, Clermont Ferrand.

LILBURNE L. R., WEBB T.H., BENWELL G.L., 2004, "The Scale Matcher : a procedure for assessing scale compatibility of spatial data and models", *International Journal of Geographical Information Science*, vol.18, 3.

NEUN M., BURGHARDT D., WEIBEL R., 2006, "Spatial Structures as Generalisation Support Services", dans *Proceedings of the ISPRS Workshop on Multiple Representation and Interoperability of Spatial Data*, Hannover.

OPENGIS CONSORTIUM, 1999, *The OpenGIS™ Abstract Specification, Topic 5: Features*, version 4, Kottman (dir.), project document number 99-105r2.

PROBST F., 2006, "Ontological Analysis of Observations and Measurements", dans *Proceedings of the 4th GIScience conference*, Münster, p.304-320

RUAS A., 2007, « Recherche en automatisation des processus cartographiques », *Le Monde des Cartes : revue du Comité français de cartographie*, n°191, mars 2007, p.109-110.

SINGH R., 2004, "GeoBlogging: collaborative, peer-to-peer geographic information sharing", dans *Proceedings of 3rd URISA Annual Conference on Public Participation in GIS*.

TUFTE E., 2001, *The Visual Display of Quantitative Information*, Graphics Press, 2nd edition.

WEGER G., 1999, *Cartographie, sémiologie graphique et conception cartographique*, support de cours de l'Ecole Nationale des Sciences Géographiques, Marne la Vallée, mars 1999



Figure 1 : Geofoto, un site pour localiser des photographies et figurer leur angle de prise de vue (www.geofoto.ch)

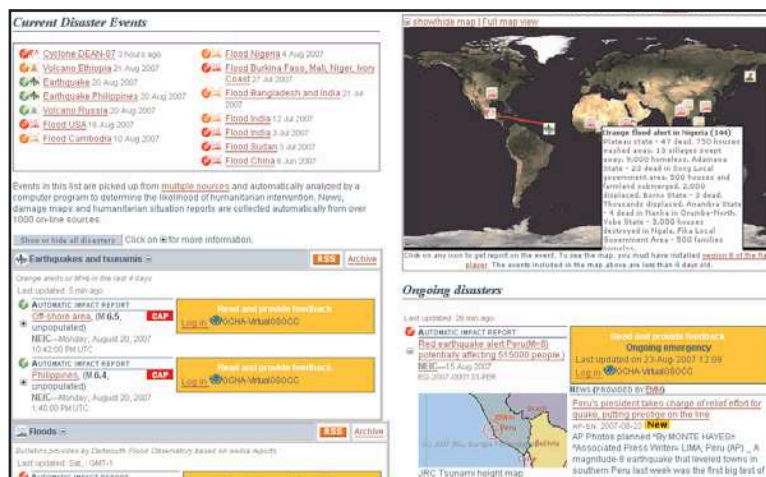


Figure 2 : Le site gdmcs.org indexe sur une carte les désastres survenant sur la planète

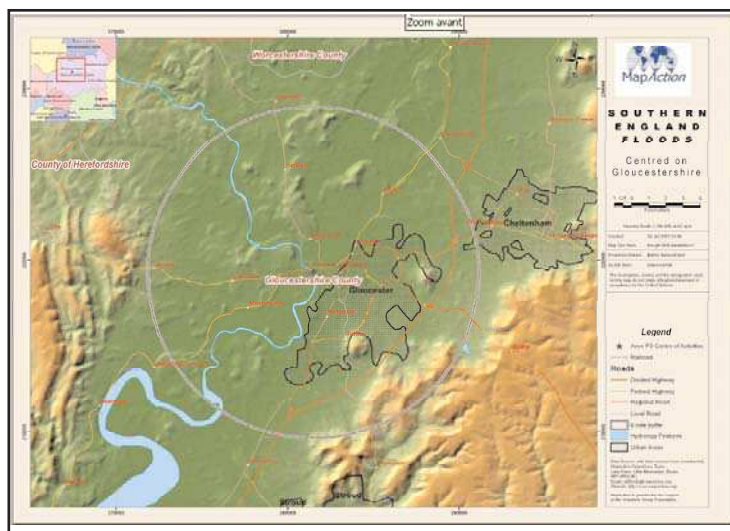


Figure 3 : Inondation du sud de l'Angleterre en juillet 2007, produite par MapAction, disponible sur reliefweb.int



Figure 4 : Les variables concrètes d'une carte Web incluent celles d'une carte écran et celles d'une carte statique

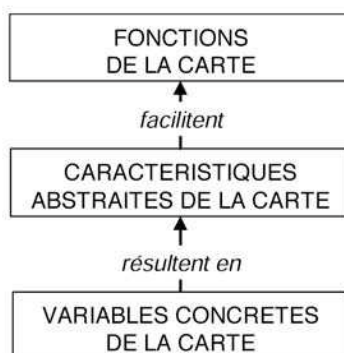


Figure 5 : Les caractéristiques abstraites entre les variables concrètes et les fonctions de la carte

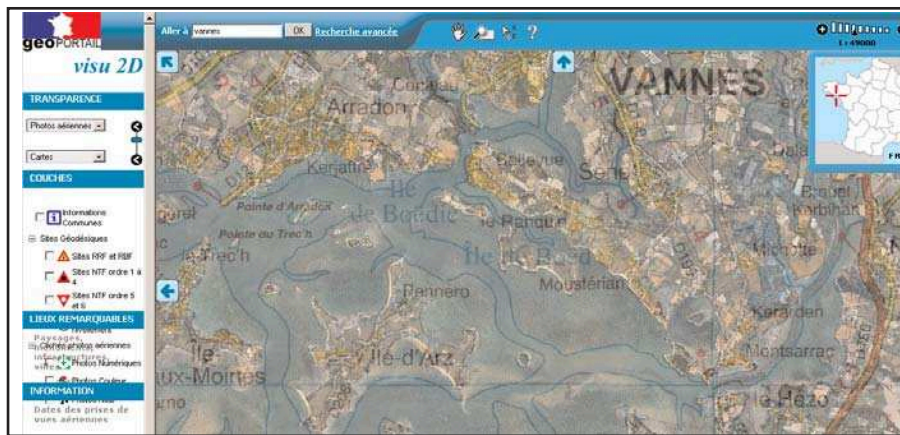


Figure 6 : Vue partielle du Géoportail (www.geoportail.fr)

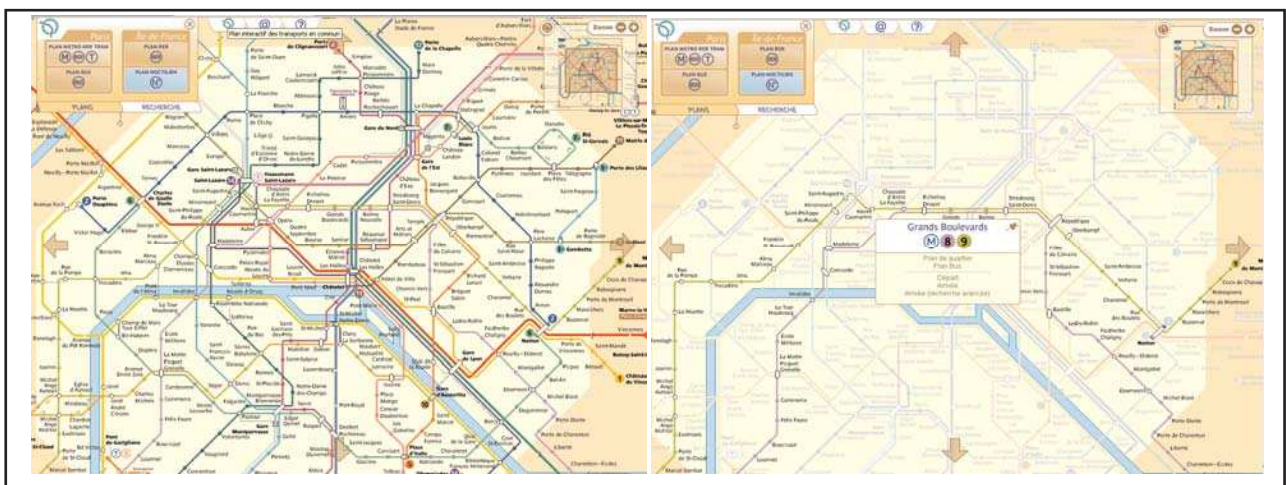


Figure 7 : Plan interactif de lignes de métro RATP (www.ratp.fr). La vue de droite est accessible par un clic souris sur la station 'grands boulevards' sur le plan général reproduit à gauche

Garbage Scout San Francisco, CA



If you spot interesting/useful thrown out stuff in the Bay area, send it on up to GarbageScout.com - "A found treasure map - a recycler's dream, a cheap skate's best friend, and a dumpster diver's companion."

From your phone, email a picture of your find to street@garbagecout.com

In the body of the email type a description @ location.
 For example: furniture old chairs @ 22 East Broadway
 computer monitors look good @ west 79th street & broadway
 bike wheels and parts @ 345 west 21st

« Si vous rencontrez un objet abandonné intéressant, publiez-le sur Garbage Scout.

Depuis votre téléphone, envoyez par mail une photo de l'objet à l'adresse street@garbagecout.com.

Dans le corps du mail écrivez un message de la forme 'description@location'.
 Par exemple :
 'écran d'ordinateur en bon état apparent@west 79th street & broadway'.
 [tda]

Figure 8 : Garbage Scout permet de référencer, par l'envoi d'un mail, des descriptions d'objets abandonnés sur la voie publique ainsi que leur localisation, et en produit une carte

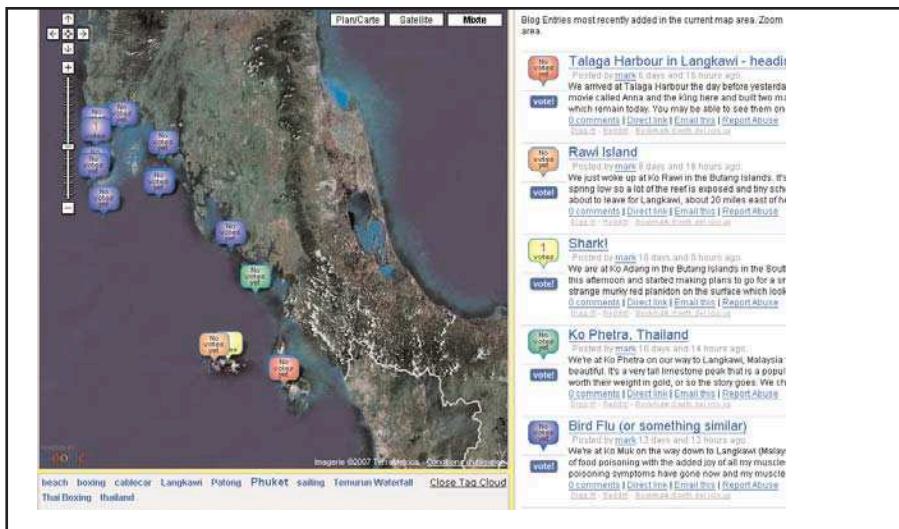


Figure 9 : Geojoey, site permettant de localiser des 'billets' relatant une expérience(www.geojoey.com)

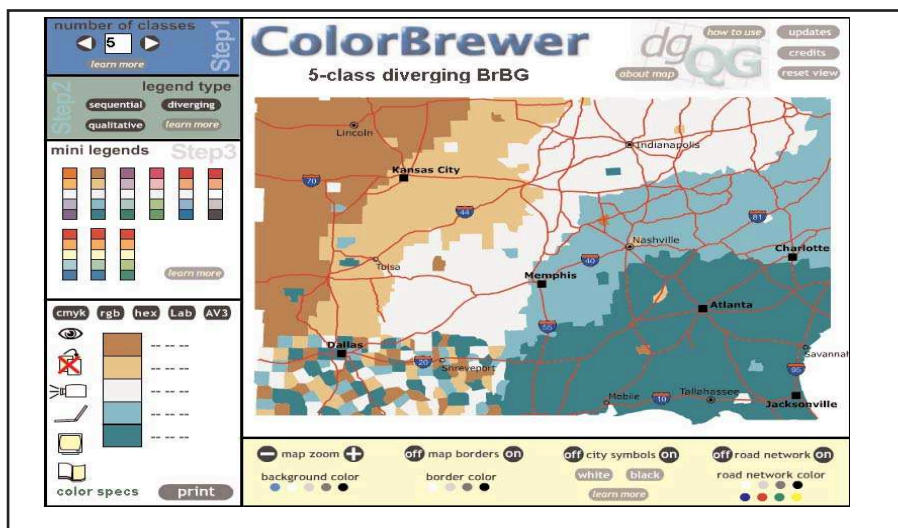


Figure 10 : ColorBrewer, outil pour l'aide à la conception de légende de cartes thématiques

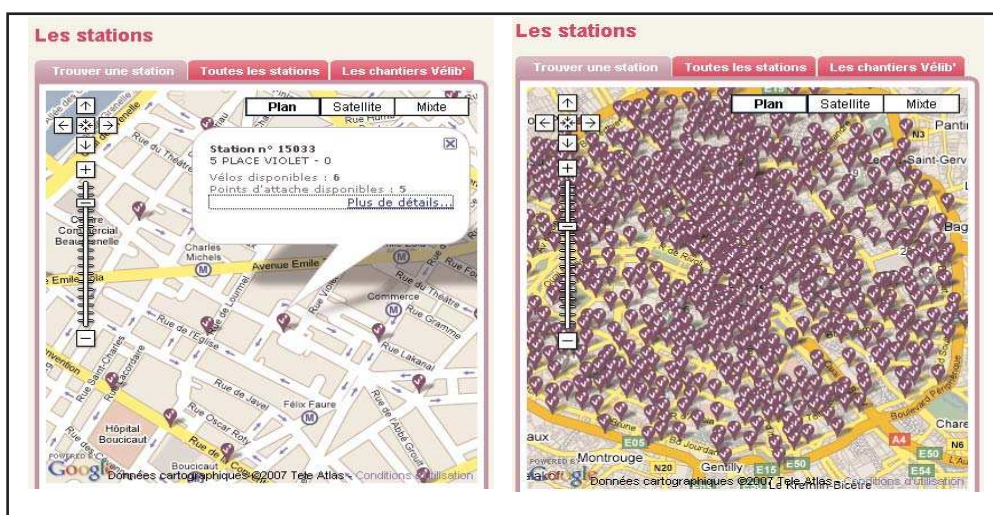


Figure 11 : Cartes de localisation des stations Vélib' (www.velib.paris.fr)