

Tecnologia webmapping per la diffusione della cartografia: alcune riflessioni

Andrea Favretto*

Parole chiave: *webmapping, Web Mercator, cloud computing, map mashup*

1. Introduzione

Come è noto la rete, attraverso il suo servizio più celebre, il World Wide Web, ha determinato dei profondi cambiamenti nelle modalità di produzione e distribuzione delle informazioni. Le vicissitudini del web, dal 1989 ad oggi (l'idea di base si trova su: Tim Berners-Lee, 1989), testimonia l'evoluzione di uno strumento informativo duttile ed elastico, in grado di usufruire degli avanzamenti tecnologici connessi all'informatica ma anche, a sua volta, di determinarne degli altri ed in tal modo influenzare il mercato connesso a tale settore (Schofield, 2014). La partecipazione è la chiave di lettura dell'evoluzione del web in web 2.0 (tra i tanti testi sull'argomento, si può consultare: Anderson, 2012). La partecipazione ha coinvolto anche l'informazione geografica (Goodchild, 2007) e, conseguentemente, i sistemi informativi geografici (Rouse, Bergeron, Harris, 2007) e la cartografia digitale (Gartner, 2009; Haklay, Singleton, Parker, 2008).

Da un punto di vista tecnico/informatico la rete sta rivoluzionando il modo di produrre e distribuire la cartografia. Peterson (2014) è convinto che Internet sia importante e rivoluzionaria per le mappe quanto lo è stata in altri tempi la stampa¹. Il collegamento rete/stampa è particolarmente azzeccato, visto che sottolinea la similitudine fra le due quali mezzi di diffusione cartografica. Internet (attraverso il web) è un formidabile mezzo di distribuzione delle mappe ma non solo: la rete è riuscita a combinare la realizzazione delle carte e la loro disseminazione in un solo stadio. Le mappe sono infatti diventate interattive, permettendo in tal modo all'utente di selezionare ed ottenere in tempo reale mappe per le quali ha scelto il tematismo, l'area geografica, la scala, ecc.

Per dare un'idea dell'entità del fenomeno a livello globale e in riferimen-

* Trieste, Università di, Italia.

¹ Come è noto, la Cartografia si è evoluta nel tempo e si è giovata di strumenti e metodi conseguenti a diverse rivoluzioni tecnologiche. Tali rivoluzioni hanno avuto un impatto sulla qualità del prodotto cartografico e sulla velocità e i costi della sua realizzazione. Robinson *et al.* (1995) identificano per l'appunto sei rivoluzioni, sequenzialmente succedutesi nel corso dei secoli, che hanno prodotto impatti sulla Cartografia. Queste sono: la tecnologia manuale, magnetica, meccanica, ottica, foto-chimica ed elettronica. Forse il web costituisce l'ennesima rivoluzione in corso.

to ai siti web che producono mappe interattive, se si consulta il sito di statistiche “Built with” e si vedono le “Mapping usage statistics” (<http://trends.builtwith.com/mapping>), si può verificare che il numero dei siti web che impiegano tecnologie di mappatura è molto alto (ben 6.359.569 siti nell'intero web, al 19 Gennaio 2017²).

Quando un utente accede via web ad un sito che permette di visualizzare della cartografia interattiva (ad esempio: punti, linee e poligoni interrogabili via mouse e sovrapposti ad una base cartografica o a un'immagine telerilevata), generalmente visualizza sul suo browser³ una pagina in formato html. Tradizionalmente, il codice html viene usato per organizzare la pagina web da un punto di vista formale (caratteri, immagini, formattazione, ecc.). Html è però in grado di “chiamare al lavoro” altri programmi, che si trovano da qualche parte in rete e che arricchiscono la pagina che l'utente consulta con funzionalità cartografiche sofisticate. Non solo: la pagina web alla quale l'utente si è collegato è in grado di farsi spedire in tempo reale le basi cartografiche che faranno da sfondo ai vari punti, linee e poligoni interattivi. Anche le basi cartografiche arrivano “da qualche parte in rete”, allo stesso modo dei software con le funzionalità cartografiche. Un sito web in grado di “chiamare al lavoro” software di mappatura e basi cartografiche di sfondo viene detto “mashup”⁴.

L'articolo introduce la tecnologia che permette il funzionamento di applicazioni di Cartografia interattiva. Viene poi approfondito il sistema di coordinate utilizzato da questo tipo di applicazioni (“Web Mercator”), evidenziandone alcuni limiti.

2. *Web Map Mashup, Application Programming Interface e Cloud Computing*

Un sito Web Map Mashup (WMM) combina dati cartografici e informazioni collegate alla cartografia, prendendole da varie fonti. In tal modo, lo stesso produce cartografia interattiva, ovvero mappe interrogabili graficamente (con il mouse). Generalmente, un sito di tal genere utilizza una base cartografica, un geocodificatore⁵ ed un'interfaccia web (Ramsey, 2006).

² Si ricordi però che il numero sopra specificato è riferito solamente ai siti che producono cartografia interattiva e la rendono disponibile via web. Il numero degli utenti che utilizzano questi servizi in rete (attraverso personal computer, smartphone o tablet) è chiaramente molto più elevato.

³ Il browser è un software che permette di visualizzare una pagina del web. Tra i tanti in circolazione, possiamo ricordare Internet Explorer di Microsoft o Chrome di Google.

⁴ In campo informatico il termine “mash up” indica “una combinazione di dati in formato e fonti diverse, come ad esempio mappe, musica, fotografie, video, animazioni, in un unico file digitale (v. Encyclopedia Britannica - <http://www.britannica.com/topic/mashup>). Facendo riferimento alla rete, invece, lo stesso si riferisce ad applicazioni web di tipo ibrido, che integrano dati, interfacce utenti prese da diversi siti web (Florian *et al.*, 2010). “Map mashup” può indicare infine il mescolamento e/o unione di dati cartografici e di strumenti di mappatura da fonti diverse, per creare una nuova rappresentazione delle informazioni territoriali (Peterson, 2014).

⁵ Geocodificare vuol dire convertire un indirizzo in un sistema di coordinate, in modo che possa essere posizionato su una mappa.

Le difficoltà per la costruzione di un sito mashup non sono solo tecniche (ad esempio: la necessità di disporre di standard produttivi e formati informatici omogenei, Batty *et al.*, 2010) ma anche legate al contesto sociale e organizzativo delle informazioni che esso presenta (ad esempio: si pensi alla protezione della proprietà intellettuale delle informazioni e/o alle istanze legate alla privacy, cfr. Merrill, 2006).

Esempi di siti WMM sono visibili su Internet e dedicati ai temi più vari: si va dalle curiosità alla cultura, da temi legati all'ambiente alla gestione delle emergenze (Liu, Palen., 2010) e delle risorse turistiche (Sigala, Marinidis, 2009). Basta una ricerca con un motore per termini (Google, ad esempio) per vedere un impressionante numero di realizzazioni di siti web, che cresce continuamente ad un ritmo veramente vertiginoso. Classificare i vari siti in categorie è un'operazione non facile e per certi versi controversa. Li e Gong (2008) propongono di raggrupparli da un punto di vista dell'utente e dell'utilizzo del sito in quattro categorie: informativi, partecipativi, collaborativi e di impresa.

- I siti informativi sono i più semplici, permettono di visualizzare (interattivamente) le informazioni collegate alla cartografia e non consentono alcuna creazione di contenuti da parte dell'utente.
- I siti partecipativi consentono agli utenti di aggiungere contenuti, interagendo con il lavoro di altri utenti del sito (verifica e controllo dei contenuti).
- I siti collaborativi permettono la collaborazione degli utenti per la produzione dei contenuti, che possono essere costruiti condividendo informazioni e metodi prima della pubblicazione del contenuto sul sito.
- I siti di impresa si caratterizzano dal fatto che le fonti di informazione sono reperite sia in rete che all'interno della struttura aziendale che realizza il sito.

Le tecnologie informatiche che permettono la realizzazione dei siti WMM sono diverse ed in continua evoluzione (Schmidt, Weiser, 2012). Di seguito sono ricordate alcune di esse.

Le API (Application Programming Interface) sono degli strumenti per la programmazione, usati da sviluppatori di software, in grado di arricchire le loro applicazioni (nel nostro caso le pagine web dei siti), con nuove e sofisticate funzionalità. Il tutto senza dover scrivere da zero il codice necessario. Le API possono essere aperte, ovvero utilizzabili da chiunque ne abbia la competenza oppure riservate ad un numero ristretto di sviluppatori, attraverso accordi economici ben definiti.

Un esempio di API aperte sono quelle fornite da Google Maps (GM)⁶. Queste diffusissime API permettono l'implementazione di alcune funzionali-

⁶ Le API di GM non sono completamente aperte. Hanno il limite di 25.000 visualizzazioni di mappe al giorno per 90 giorni consecutivi. Superato il suddetto limite, Google mette in conto, per ogni successiva costruzione di una mappa sul sito terzo, un certo ammontare di denaro.

tà di GM su siti web terzi e sono state introdotte subito dopo il rilascio dell'applicazione cartografica di Google (2005). Utilizzando dette API, lo sviluppatore può dotare il suo sito web con tutta una serie di funzioni per la visualizzazione e la gestione (semplificata rispetto a GM), delle mappe di Google. Le API controllano la scala e il movimento della mappa sullo schermo nonché la località di partenza, che appare sulla schermata all'avvio. Le stesse permettono inoltre di gestire qualsiasi contributo informativo che si desidera aggiungere alle mappe di Google, sia esso grafico (sovrapposizione di punti, linee e poligoni) o testuale (associato ai simboli grafici).

Le API chiuse sono invece regolamentate da chi le rilascia. Un esempio sono le API di sviluppo per videogiochi sulle piattaforme PlayStation e Xbox, controllate da Sony e Microsoft e rilasciate ad un ristretto numero di sviluppatori (in accordo economico con la casa costruttrice).

Da un punto di vista tecnico/informatico non vanno inoltre dimenticati due accorgimenti, in uso già dal 2005 su GM, che hanno rivoluzionato il panorama di tutta la cartografia sul web.

Uno è il cosiddetto "image tiling", ovvero la suddivisione delle immagini in "mattonelle", l'altro la tecnologia AJAX (Asynchronous JavaScript and XML).

Suddividere un'immagine in tante mattonelle è un sistema consolidato per trasferire immagini in rete. Se applicato alla cartografia, prevede la suddivisione della mappa in tanti quadrati, la cui estensione varia a seconda del livello di ingrandimento della carta. Le mattonelle/quadrati sono trasmesse individualmente ed indipendentemente, a richiesta dell'utente (che sposta la manina in sovra-impressione sulla carta per cambiare zona).

Il secondo accorgimento tecnico è AJAX. Si tratta di una tecnologia non proprietaria, che mantiene una comunicazione in background fra client e server (cioè fra utente che consulta la mappa ed il server cartografico che la rende disponibile), per rendere più veloci le risposte del server (per approfondire, si veda Peterson, 2014).

Le tecnologie ricordate e l'intera categoria dei siti web mashup si basano su un trasferimento continuo in rete di software e dati. Questo significa che sia le basi cartografiche sia i software che le fanno funzionare sono memorizzate su uno (o più server) in rete. La rete diviene in tal modo un deposito di informazioni ma anche un centro di funzionamento del software, i cui risultati sono distribuiti agli utenti collegati. Tale fenomeno è noto con il termine di Cloud Computing (CC). Il termine, tradotto letteralmente, significa: informatica basata sulla nuvola. Nuvola è una metafora per Internet perciò CC significa: informatica basata su Internet.

CC è un paradigma in continua evoluzione, che si riferisce alla disponibilità delle risorse informatiche. Il nocciolo del discorso fa riferimento alla possibilità di fruire delle risorse informatiche come un servizio e non più come un prodotto. In tal modo si risparmiano quelli che in economia sono noti come costi fissi. Si consideri la seguente analogia: nelle case si consuma energia elettrica ma generalmente non si dispone di un generatore di cor-

rente in cantina. Si sottoscrive un contratto con l'ente fornitore di elettricità e si paga prevalentemente quello che si consuma. Il costo fisso del generatore di corrente è a carico dell'ente fornitore mentre il cliente paga solo i kWh (kilowattora) consumati (costo variabile). Prima di CC, si comperavano hardware e software come prodotti finali per poter svolgere le funzioni che tali prodotti assicuravano. Se ad esempio un'azienda voleva meccanizzare la sua contabilità, comperava un computer con installato un software dedicato e lo usava. Il costo era in gran parte fisso (l'esborso iniziale per hardware e software), la parte variabile era imputabile a che ci lavorava sopra (dipendenti stipendiati), all'energia elettrica, a consumi vari di carta e toner per le stampanti, ecc. Successivamente si doveva aggiornare il software (che era divenuto obsoleto per le nuove disposizioni legislative o per le nuove funzionalità offerte dagli aggiornamenti). Dopo alcuni anni, bisognava sostituire anche l'hardware. CC rivoluziona questo modello: invece di comperare un server basta poco più di un terminale per collegarsi alla rete. Il software non va più installato: ci si collega alla nuvola e si usa quello disponibile su un server remoto, che può essere usato anche come deposito di memoria per registrare i dati aziendali. Si paga il tutto come un servizio, al consumo (tanto tempo di utilizzo del software, tanta occupazione di memoria). Per approfondire le caratteristiche fondamentali che un servizio di risorse informatiche in rete deve avere per potersi definire CC, si può vedere Mell e Grance (2011).

Volendo riassumere schematicamente i pro e i contro di CC:

- i vantaggi sono relativi al risparmio economico sui costi fissi (hardware, software e relativi aggiornamenti, sicurezza del server in rete);
- gli svantaggi sono legati principalmente alla sicurezza e alla privacy dei dati sensibili delle aziende e/o organizzazioni che utilizzano CC. Un rapporto di completa fiducia fra erogatore del servizio e cliente è evidentemente necessario. Non va infine dimenticato che CC presuppone una connessione alla rete efficiente senza blackout.

La cartografia digitale, specialmente quella distribuita mediante il web, non da poco tempo si appoggia a CC. Si pensi, ad esempio a GM, che dal 2005 utilizza questo modello.

3. Il sistema di coordinate Web Mercator

Come ricordato, il webmapping oggi è un fenomeno globale, che può contare su numeri di applicazioni (e quindi di mappe distribuite), molto elevati e in costante incremento. Le applicazioni in grado di gestire le mappe sul web sono molto efficienti per ciò che riguarda il trasferimento della cartografia in rete (grazie a tecnologie ottimizzanti, quali image tiling e AJAX). Da un punto di vista funzionale, le stesse sono dotate di strumenti che, seppur essenziali e di base, sono nel contempo intuitivi e quindi di facile utilizzo. Se si esclude Google Earth, la maggior parte di esse non necessitano di alcuna installazione di software sul proprio computer e sono utilizzabili attraverso un comune web browser (ad esempio: Mozilla Firefox o Google Chrome).

Questi elementi (efficienza in rete, disponibilità e facilità di utilizzo dello strumento software) hanno decretato il grande successo delle mappe sul web e la crescita esponenziale del numero dei siti WMM. Ci si può a questo punto chiedere quale sia il rovescio della medaglia ovvero se ci siano delle controindicazioni in merito. Purtroppo le controindicazioni ci sono e sono collegate al sistema di riferimento cartografico adottato. Si tratta del sistema di coordinate cosiddetto “Web Mercator” o anche “WGS 84/Pseudo-Mercator”, identificato dal codice 3857 nel database geodetico EPSG⁷.

È dalla fine del 2004, con l’acquisizione da parte di Google di “Where 2 Technologies” (una startup che si occupava di mappe digitali – Hutcheon, 2014), che gli sviluppatori di software iniziarono a pensare alle possibili soluzioni per proiettare su un piano (lo schermo dei computer) mappe e immagini telerilevate a scala globale.

La soluzione che si pensò di adottare, considerate tutte le esigenze connesse al contesto (velocità computazionale in un ambito geografico globale), fu quella di adottare il datum WGS84 e proiettarlo con la formula Sferica di Mercatore. Tale formula (costruita per una sfera) viene applicata a delle coordinate ellissoidali (WGS84), tenendo come raggio della sfera il semiasse maggiore dell’elissoide⁸. La soluzione adottata è chiaramente l’approssimazione di una più rigorosa applicazione di equazioni ellissoidali a coordinate ellissoidali e ciò provoca una rappresentazione non conforme, nella quale il fattore di scala varia in funzione dell’azimuth⁹.

Dalla versione 6.15 dell’Aprile 2008, nel database geodetico EPSG è stato aggiunto il sistema di coordinate 3785 (denominato “Popular Visualization CRS/Mercator”). Date le controindicazioni ricordate, nelle osservazioni sulla proiezione era ricordato che: “a remarkable error may arise due to the use of spherical development instead of ellipsoidal development (up to 800 meters)”. Successivamente, nella versione di febbraio del 2009, il database EPSG dichiarò obsoleta 3785 e introdusse l’attuale 3857. Anche la nuova versione del sistema di coordinate aveva nelle osservazioni un avvertimento relativo ai possibili errori posizionali (fino a 800 metri).

IOGP non è l’unico ente che ha sollevato delle obiezioni alla proiezione Web Mercator. Esiste una nutrita bibliografia scientifica che tratta l’argomento

⁷ Nel 1985 EPSG (European Petroleum Survey Group), realizzò un database geodetico ad uso interno del settore produttivo petrolifero. Nel 1993 il database fu reso pubblico e divenne subito un punto di riferimento per tutti coloro che si occupavano di cartografia digitale. Attualmente esso è distribuito gratuitamente e/o consultabile in rete a cura di IOGP - International Association of Oil and Gas Producers (portale dell’associazione: <http://www.iogp.org/>; portale del database: <http://www.epsg.org/>). Il database geodetico EPSG contiene i parametri dei sistemi di coordinate di tutto il globo nonché gli algoritmi per le principali trasformazioni da un sistema di coordinate ad un altro. Ogni sistema di coordinate è associato ad un codice univoco, riconosciuto universalmente in campo cartografico.

⁸ Per un’analisi analitica di tale formula, si può consultare Geomatics Guidance Note 7 di IOGP, p. 41.

⁹ In cartografia, la direzione di una linea sulla Terra può assumere diversi nomi, tra cui anche “azimuth” (Robinson, Morrison, 1995). Come è noto, l’unità di misura dell’azimuth è angolare.

(si veda ad es.: Battersby *et al.*, 2014 e Favretto, 2014). Anche l'ufficio geomatico di NGA (National Geospatial-Intelligence Agency) degli Stati Uniti ha emesso una nota d'avviso su Web Mercator (2014). La nota ricorda che:

The NGA Geomatics Office has assessed the use of Web Mercator and other non-WGS 84 spatial reference systems may cause geo-location/geo-coordinate errors up to 40,000 meters. This erroneous geospatial positioning information poses an unacceptable risk to global safety of navigation activities, and department of defense, intelligence community, and allied partner systems, missions, and operations that require accurate and precise positioning and navigation information.

4. Conclusioni

Nell'articolo si sono presentati alcuni aspetti tecnico/cartografici legati ad applicazioni di cartografia interattiva, molto diffuse oggi sul web. Come ricordato, esse permettono un'elevata produzione di carte digitali nonché la loro disseminazione attraverso la rete.

I punti di forza di queste applicazioni sono molti. Sono intuitive, in continua evoluzione tecnica, visualizzabili da una pletora di dispositivi diversi collegati alla rete. Sono uno strumento molto efficace per la diffusione delle mappe.

Paragonate alla stampa per la loro importanza quale mezzo di diffusione cartografica, esse hanno il loro principale tallone d'Achille nella precisione del posizionamento degli elementi geografici. Le esigenze legate al contesto in cui operano impongono loro velocità computazionale e di funzionare a tutte le latitudini. Purtroppo, la soluzione adottata dagli sviluppatori informatici riguardo al sistema di coordinate pone dei seri problemi di conformità nella rappresentazione cartografica. Pertanto, non va dimenticato che tali applicazioni vanno utilizzate prevalentemente nel loro specifico contesto (cartografia digitale a schermo e/o in ambito webmapping), e non devono assolutamente essere impiegate nella cartografia di precisione.

Bibliografia

- ANDERSON P., *Web 2.0 and Beyond: Principles and Technologies*, New York, Chapman and Hall/CRC, 2012.
- BATTERSBY S.E., FINN M.P., USERY E.L., YAMAMOTO K.H., "Implications of Web Mercator and Its Use in Online Mapping", *Cartographica*, 49(2), 2014, pp. 85-101.
- BATTY M., HUDSON-SMITH A., MILTON R., CROOKS A., "Map mashups, Web 2.0 and the GIS revolution", *Annals of GIS*, 16(1), 2010, pp. 1-13.
- BERNERS-LEE T., "Information Management: A Proposal", CERN, <http://info.cern.ch/Proposal.html>, 1989.
- FAVRETTO A., "Coordinate Questions in the Web Environment", *Cartographica*, 49(3), 2014, pp. 164-174.
- FLORIAN D., SOI S., CASATI F., "From mashup technologies to universal inte-

- gration: search computing the imperative way”, in CERI S., BRAMBILLA M. (eds.), *Search Computing*, Berlin, Springer, 2010, pp. 72-93.
- GARTNER G., “Web Mapping 2.0”, in DODGE M., KITCHIN R., PERKINS C. (eds.), *Rethinking Maps*, New York, Routledge, 2009, pp. 68-82.
- GOODCHILD M.F., “Citizens as sensors: The world of Volunteered Geography”, *GeoJournal* 69(4), 2007, pp. 211-221.
- HAKLAY M., SINGLETON A., PARKER C., “Web Mapping 2.0: the neogeography of the GeoWeb”, *Geography Compass*, 2(6), 2008, pp. 2011-2039.
- HUTCHEON S., “Revealed: the whiteboard doodles that became Google Maps”, *The Sidney Morning Herald*, Technology, August, 26, 2014.
- IOGP, “Coordinate Conversions and Transformations including Formulas”, *Geomatics Guidance Notes*, 373, 7(2), 2016.
- LI S., GONG J., “Mashup a new way of providing Web mapping/GIS services”, *The International Archives of the Photogrammetry, remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37(4), 2008, pp. 639-647.
- LIU S., PALEN L., “The new cartographers: crisis map mashups and the emergence of neogeographic practice”, *Cartography and Geographic Information Science*, 1, 37, 2010, pp. 69-90.
- MELL P., GRANCE T., “The NIST Definition of Cloud Computing”, *NIST - National Institute of Standards and Technology*, Special Publication 800-145, 2011.
- MERRILL D., “Mashups: the new breed of web app: an introduction to mashups”, *IBM DeveloperWorks*, <http://www.ibm.com/developerworks/library/x-mashups/>, 2006.
- NGA, “Advisory Notice on Web Mercator”, *NGA Office of Geomatics*, 2014.
- PETERSON M.P. *Mapping in the Cloud*, New York, Guilford Press, 2014.
- RAMSEY P., “Mashing up the enterprise: the practice of ‘mashing’ information from two or more web sites to provide a new level of spatial context is taking both geography hobbyists and the corporate world by storm”, *Geospatial Solutions*, 1, 2006.
- ROBINSON A. H., MORRISON J.L., MUEHRCKE P.C., KIMERLING A.J., GUPTILL S.C., *Elements of Cartography*, New York, Wiley & Sons, 1995.
- ROUSE L.J., BERGERON S.J., HARRIS T.M., “Participating in the Geospatial Web: collaborative mapping, social networks and Participatory GIS”, in SCHARL A., TOCHTERMANN K. (eds.), *The Geospatial Web: how geobrowsers, social software and the web 2.0 are shaping the network society*, London, Springer, 2007, pp. 153-158.
- SCHMIDT M., WEISER P., “Web Mapping Services: Development and Trends”, in PETERSON M.P. (ed.), *Online maps with APIs and WebServices*, Berlin-Heidelberg, Springer-Verlag, 2012, pp. 13-21.
- SCHOFIELD J., “The story of the Web”, *Nominet*, 2014, <http://www.storyoftheweb.org.uk/report/storyoftheweb.pdf>.
- SIGALA M., MARINIDIS D., “Exploring the transformation of tourism firms’ operations and business models through the use of web map services”, in *European and Mediterranean Conference on Information Systems*, London, Brunel University, 2009, pp. 1-13.

Webmapping technology for the dissemination of Cartography: some considerations

In this paper some technical/mapping issues connected to the interactive mapping software applications called Web Map Mashup (WMM) are introduced. There are many WMM strong points. They are intuitive, constantly updated and easily accessible by a plethora of different Internet connected devices. They are an extremely efficient tool in order to disseminate maps. WMM technology is introduced. Its Coordinate Reference System (CRS), known as “Web Mercator” is then deepened. Some Web Mercator CRS limitations are finally highlighted.

La technologie webmapping pour la diffusion de la cartographie: quelques réflexions

L'article présente quelques aspects techniques/cartographiques liés aux applications cartographiques interactives répandues aujourd'hui sur le Web (Web Map Mashup - WMM). Les points forts de ces applications sont nombreuses. Ils sont intuitifs, de plus en plus dans l'évolution technique, visible par une pléthore de différents périphériques connectés au réseau. Ils sont un outil très efficace pour la diffusion des cartes. L'article introduit aussi la technologie qui permet le fonctionnement de WMM. Il est ensuite approfondi le système de coordonnées utilisé par ce type d'application (connue sous le nom “Web Mercator”, mettant en lumière certaines limites.