

Internet au service du patrimoine. Cartographie dynamique de l'inventaire des géotopes d'importance nationale

Simon Martin ¹
Luca Ghiraldi ²

¹ Institut de géographie
Université de Lausanne
Anthropole
CH – 1015 Lausanne

² Museo regionale di scienze naturali
Sezione di mineralogia
petrografia e geologia
Via Giolitti 36
I – 10100 Torino

E-mails:
simon.martin@unil.ch
luca.ghiraldi@gmail.com

Introduction

Considérer le relief qui nous entoure, les témoins d'époques révolues ou de bouleversements présents, les traces de l'histoire de la Terre comme un patrimoine est une idée qui fait son chemin. Depuis une vingtaine d'années, des spécialistes des géosciences cherchent à définir ce qui fait la valeur particulière de certains sites : la valeur scientifique (Carton et al., 1993 ; Grandgirard, 1997), **mais aussi d'autres intérêts**, comme la valeur culturelle ou écologique (Panizza & Piacente, 1993, 2003 ; Reynard, 2004, 2009). Ces recherches ont trouvé leur application dans la réalisation d'inventaires de géotopes, tel que celui mené à l'échelle de la Suisse depuis une quinzaine d'années (ASSN, 1999 ; Berger et al., 2008).

Si l'on se réfère au modèle proposé par Di Méo (2008), **un processus de patrimonialisation** est en cours (Reynard et al., 2011), mais demeure confiné à l'heure actuelle aux milieux scientifiques (phase d'inventaire et de sélection) et à l'administration (phase de protection). La valorisation de ces sites auprès du public est pour l'instant le fruit d'initiatives ponctuelles et rarement coordonnées au delà de l'échelle régionale (Cayla, 2009). L'inventaire des géotopes suisses, encore dans sa phase d'élaboration, reste méconnu et inaccessible au public.

C'est à partir de ces données riches mais non publiées que nous avons choisi de développer un projet de cartographie dynamique sur Internet. L'objectif de ce projet est d'explorer les possibilités d'un tel outil en tentant de répondre à la question suivante : que peut apporter le web mapping à l'étude et à la valorisation du géopatrimoine ?

La cartographie du géopatrimoine : état des lieux

Au cours des quinze dernières années, diverses méthodes ont été développées pour l'identification, la classification, l'évaluation et la conservation des sites présentant un intérêt particulier pour les géosciences. Dans un but de promotion du géopatrimoine, des projets de vulgarisation ont été mis sur pied pour faciliter, parmi le public non-spécialiste, la compréhension des spécificités d'un site. Ces multiples projets reposent sur divers produits de médiation, comme des itinéraires, des panneaux thématiques, des brochures et des cartes.

La carte est un média central dans le processus de valorisation du géopatrimoine, dans la phase préliminaire d'inventaire et d'évaluation comme dans celle de médiation auprès du public (Fig. 1). Selon ses fonctions, la carte géoscientifique est destinée soit aux experts, soit au grand public (Carton et al., 2005). Différents types de cartes sont utilisées pour la gestion et la promotion des géomorphosites (Bissig, 2008), notamment les cartes d'inventaire et les cartes géotouristiques et géodidactiques. Ces différentes cartes peuvent être soit statiques (sur support papier), soit dynamiques (sur support informatique) (Fig. 1).

Cartes d'inventaire

Ce type de carte permet de localiser les sites d'intérêt et fournit une vue générale de leur distribution. Il s'agit en général de cartes à petite échelle où les sites sont représentés par des points. La légende contient de l'information textuelle, parfois accompagnée d'illustrations. Certaines cartes d'inventaire représentent le résultat de l'évaluation des sites sous forme de symboles.

Cartes géotouristiques et géodidactiques

Dans les produits géotouristiques (panneaux thématiques, brochures, etc.), il est souvent fait usage de cartes pour indiquer l'itinéraire du sentier ou les points d'intérêt. D'autres cartes forment un produit complet de médiation : ce sont les cartes géotouristiques, qui résultent souvent d'une simplification de cartes géologiques ou géomorphologiques (Coratza & Regolini-Bissig, 2009), s'adressent à un public de non-spécialistes et permettent la visualisation d'informations à la fois géoscientifiques et touristiques (Regolini-Bissig, 2010).

Dans une carte géodidactique, contrairement à la carte géotouristique, le contenu géoscientifique prime. Elle vise à faire comprendre un phénomène, comme les transformations du paysage au cours du temps, auprès d'un public non-initié. Dans ce sens, la carte ne vise pas à fournir de l'information, mais à proposer de découvrir un site et ses particularités dans une démarche d'interprétation (Tilden, 1957).

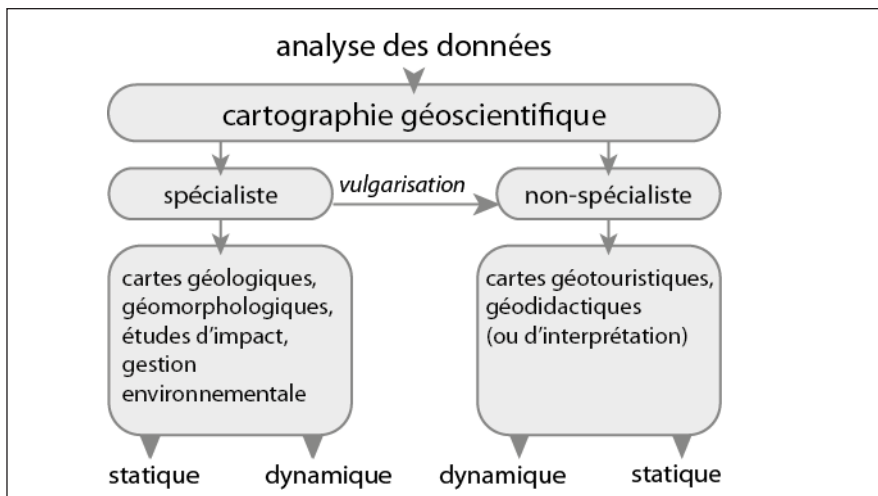


Fig 1 : Types de cartes géoscientifiques : choix du public, du but et du support.

La cartographie dynamique

Définitions et typologies

Divers auteurs (Cartwright & Peterson, 1999; Kraak, 2001; Slocum et al., 2009) proposent de distinguer la production cartographique en fonction des moyens de distribution et de consultation des cartes, comme le degré d'interactivité. Ces différents moyens impliquent également des capacités techniques différentes, tant du côté de l'utilisateur que du fournisseur (ou éditeur). Une distinction est régulièrement faite entre les cartes statiques et les cartes dynamiques.

Les cartes statiques transmettent l'information à l'utilisateur via un ensemble de symboles graphiques (légende), souvent complété par un texte, des images ou des dessins. Dans une carte statique sur Internet, l'utilisateur peut parfois zoomer ou se déplacer dans l'image, mais le contenu même de la carte ne change pas. L'échelle de la carte n'est pas modifiable et ses composants ne peuvent pas être masqués ou affichés à loisir. Ce type de carte provient le plus souvent de la numérisation de cartes imprimées ou d'exportations depuis un logiciel SIG.

L'évolution des technologies numériques et la large diffusion d'Internet ont favorisé, aussi en cartographie, un usage accru de supports numériques et de logiciels variés. Les techniques de production de cartes ont changé tandis que l'usage et la fabrication de cartes cessaient d'être réservés à une minorité de personnes expérimentées (Morrison, 1997). La cartographie peut donc être considérée aujourd'hui comme un outil d'information destiné à un vaste public.

Cette évolution a permis la naissance des cartes dynamiques. A l'opposé des cartes statiques, ces cartes sont créées dynamiquement et générées à la demande par l'utilisateur. Les fonctions spécifiques des cartes dynamiques sont décrites ci-dessous.

Fonctionnalités des cartes dynamiques

La cartographie dynamique implique la possibilité de changer une ou plusieurs composantes des données spatiales représentées. Le contenu peut en particulier être édité et mis à jour en temps réel en modifiant uniquement quelques données spécifiques ou leur représentation et non l'ensemble du contenu de la carte. Le choix d'une structure dynamique vise avant tout à doter la carte de trois qualités : l'utilisation facile (*usability*), l'adaptabilité et l'interactivité.

Une carte « utilisable », qui répond au principe d'*usability*, permet à l'utilisateur final (public spécifique) d'atteindre ses buts avec efficacité, efficience et satisfaction. Elle présente l'information de façon claire et concise et ne nécessite pas d'apprentissage spécialisé.

L'*adaptabilité* de la carte permet de répondre aux requêtes de l'utilisateur en n'affichant que l'information correspondant aux besoins de ce dernier.

Enfin, l'*interactivité* autorise un certain dialogue entre l'utilisateur et l'application cartographique. L'interactivité se présente sous des formes multiples (Slocum et al., 2009). Communément, cela recouvre la possibilité de changer l'étendue affichée de la carte, de sélectionner les couches d'information, d'obtenir des informations détaillées par des requêtes spécifiques, et d'accéder à des pages web via des hyperliens. Des outils de visualisation, dynamiquement liés à la carte, permettent d'explorer la structure des données et leurs interrelations.

Selon Cartwright & Hunter (2001), les applications cartographiques modernes doivent permettre de transformer les données en information, puis en connaissances. Afin de réaliser cet objectif ambitieux, il est essentiel que l'application soit accessible au plus grand nombre, c'est-à-dire peu chère et facile d'utilisation, mais qu'elle soit également interactive et reliée à des informations externes pour répondre à une grande variété de questionnements, selon le principe de l'hypercarte (Kraak & Van Driel, 1997). C'est ce qui a été testé dans le cadre de ce projet.

Réalisation d'une carte dynamique d'inventaire

L'application présentée ici est hébergée par l'Institut de géographie de l'Université de Lausanne (www.unil.ch/igul).

Infrastructure technique

La structure du projet est de prime abord relativement classique (Fig. 2). L'interface de programmation (*Application Programming Interface*, API) de Google Maps a été choisie en raison des compétences des auteurs en programmation, de la qualité et de l'abondance de la documentation et de la grande liberté offerte par cette application.

Le projet s'appuie sur deux sources distinctes de données. Les fonds de carte et leur habillage sont fournis par Google, dont la rapidité des serveurs fait une bonne part du succès de Google Maps. Les données spécifiques au projet sont par contre stockées sur un serveur interne. Il s'agit, d'une part, de fichiers de forme (KML) et d'images et, d'autre part, d'une base de données composée d'une unique table.

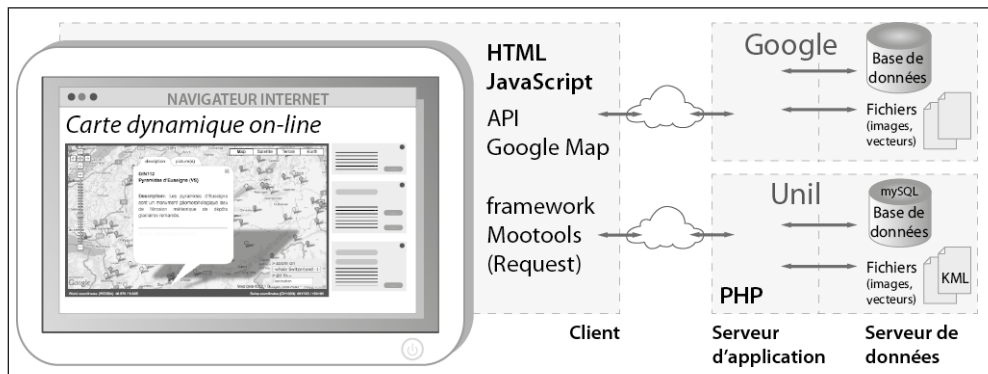


Fig 2 : Structure générale du projet de web mapping.

Données utilisées

Copies de la base officielle de l'inventaire, les données sont stockées dans une table unique composée de 109 attributs originaux, ainsi que d'un attribut ajouté : le type de site (géologique, géomorphologique ou spéléologique). Parmi ces 110 attributs, seuls 20 sont actuellement utilisés dans l'application.

Le serveur abrite également des photos ainsi que les fichiers en format KML où sont stockés les périmètres numérisés d'une grande partie des géotopes. D'autres données secondaires sont également stockées sous forme de fichiers KML, comme les limites des cantons ou les périmètres tirés d'autres inventaires nationaux.

Structure de l'interface

L'interface se compose d'une fenêtre réservée à la carte et comportant des outils de navigation, de sélection du fond de carte et de recherche spatiale (Fig. 3). La colonne de droite est réservée à l'exploration des données de l'inventaire. Elle est structurée en quatre panneaux qui peuvent être ouverts ou fermés à loisir en fonction des objectifs de l'utilisateur.

Cette idée de multifonctionnalité a été centrale dans la conception du projet. Le premier panneau est toujours ouvert. Il permet de rechercher un site particulier (par son nom ou son code), mais contient également une légende interactive : cliquer sur un type de géotopes produit une nouvelle carte qui n'affiche que le type sélectionné.

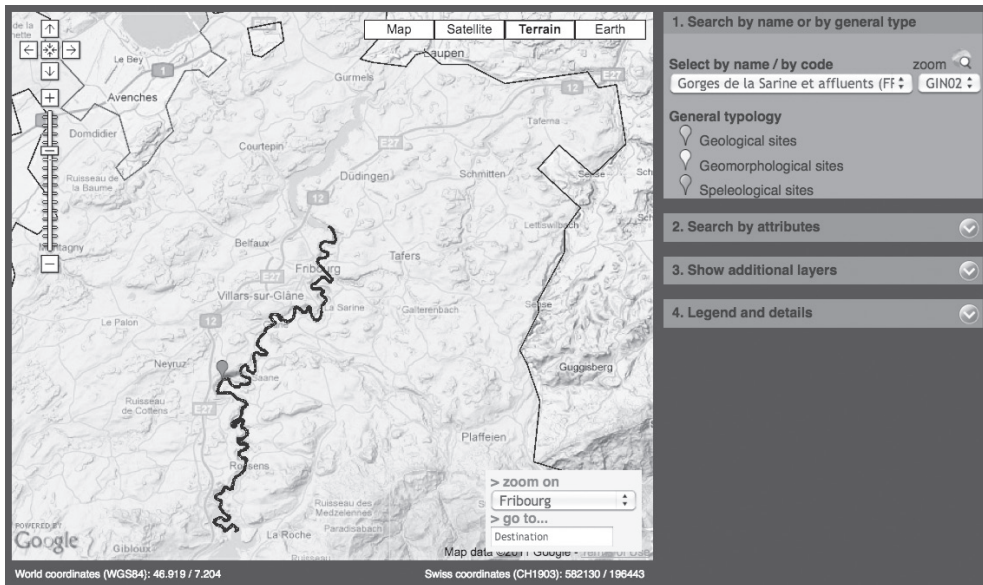


Fig 3 : Interface générale et panneau de recherche par site ou par type de site.

Fonctionnalités spécifiques

La grande originalité de cette application réside dans son presque total dynamisme. En dehors des fichiers mentionnés plus haut, toute l'information spécifique est enregistrée dans la base de données. L'application de web mapping n'est donc pas une carte, mais une infinité de cartes possibles ou virtuelles, au sens de Muller & Laurini (1997). L'utilisateur crée par ses choix la carte qui répond à ses besoins.

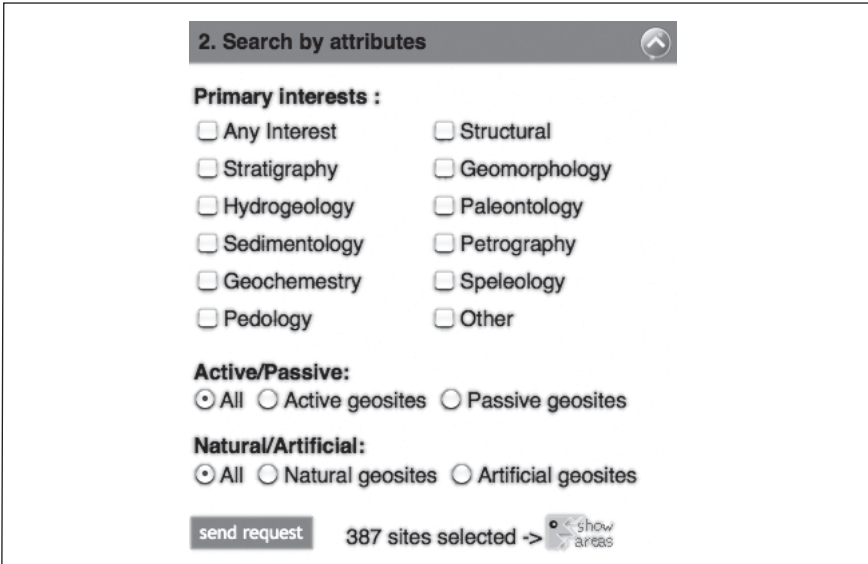
Du point de vue de l'éditeur des données, cela permet d'éviter toute redondance de l'information, facilite la mise à jour et la correction et rend également possible d'utiliser la même infrastructure pour d'autres données. Les diverses fonctionnalités développées sur cette base sont décrites ci-dessous.

Recherche

Le principal intérêt de l'application réside dans la connexion entre l'information textuelle, multimédia (photographies) et spatiales. La carte est une interface d'exploration des données (Meng, 2003).

La recherche par la carte permet de répondre à la question « que trouve-t-on à cet endroit, dans ce canton ? ». Toute action dans les panneaux de droite affichera une carte répondant à la requête. Le panneau 1 (Fig. 3) indiquera sur la carte où se trouve tel site et quelles sont ses limites. Le panneau 2 (Fig. 4) est le plus complexe. Il contient un constructeur de requêtes basées sur plusieurs critères. Par exemple : afficher tous les géotopes présentant un intérêt à la fois stratigraphique et paléontologique et qui sont qualifiés de sites passifs. Le constructeur n'autorise en effet que les

requêtes utilisant l'opérateur logique « et » (AND). Le panneau affiche le nombre de sites concernés par la requête et offre l'option d'afficher leur périmètre sur la carte.



2. Search by attributes

Primary interests :

Any Interest Structural
 Stratigraphy Geomorphology
 Hydrogeology Paleontology
 Sedimentology Petrography
 Geochemistry Speleology
 Pedology Other

Active/Passive:
 All Active geosites Passive geosites

Natural/Artificial:
 All Natural geosites Artificial geosites


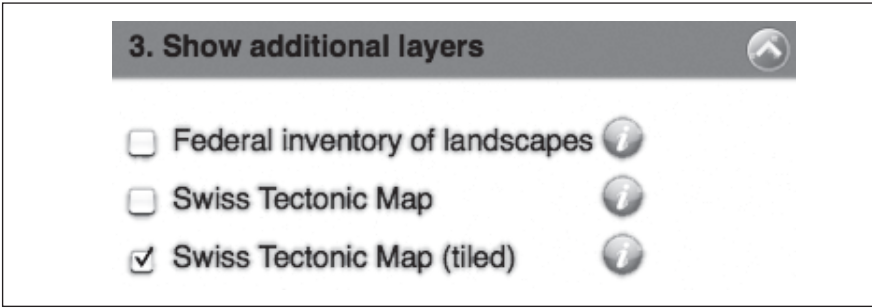
send request 387 sites selected -> 

Fig 4 : Panneau de recherche multi-critères.



3. Show additional layers




Federal inventory of landscapes 
 Swiss Tectonic Map 
 Swiss Tectonic Map (tiled) 

Fig 5 : Panneau d'affichage de couches d'information complémentaires (vectoriel et raster).

Couches additionnelles et comparaisons

Le panneau 3 (Fig. 5) propose une liste de couches d'informations complémentaires qui peuvent servir de base de comparaison avec les sites de l'inventaire. Il s'agit en quelque sorte d'un substitut de Web Map Service et de Web Feature Service (fonctionnalités qui pourraient trouver leur place ici). La liste est dynamique et pourrait donc s'adapter à toute nouvelle couche déposée sur le serveur. Les fonctionnalités de ce panneau sont indépendantes des autres afin de permettre l'affichage simultané, par exemple, de la carte tectonique et d'une sélection des sites ayant un intérêt structural.

Autres fonctionnalités

Le projet fait bien sûr usage des fonctions de base de l'interface de programmation (API), comme la création dynamique des marqueurs ponctuels à partir des coordonnées des sites stockées dans la base de données. De même, la bulle d'information est créée dynamiquement lors d'un clic sur un marqueur. Cette bulle fournit sur un onglet les informations de base sur le géotope : son code, son nom (y. c. les cantons concernés) et une courte description. Si des illustrations sont attachées à ce site, celles-ci sont accessibles par des vignettes interactives placées sur un second onglet. La bulle permet également, via un lien, de télécharger la fiche d'inventaire PDF du site sélectionné. Le contenu de la fiche est construit, une fois encore dynamiquement, à partir du contenu de la base de données.

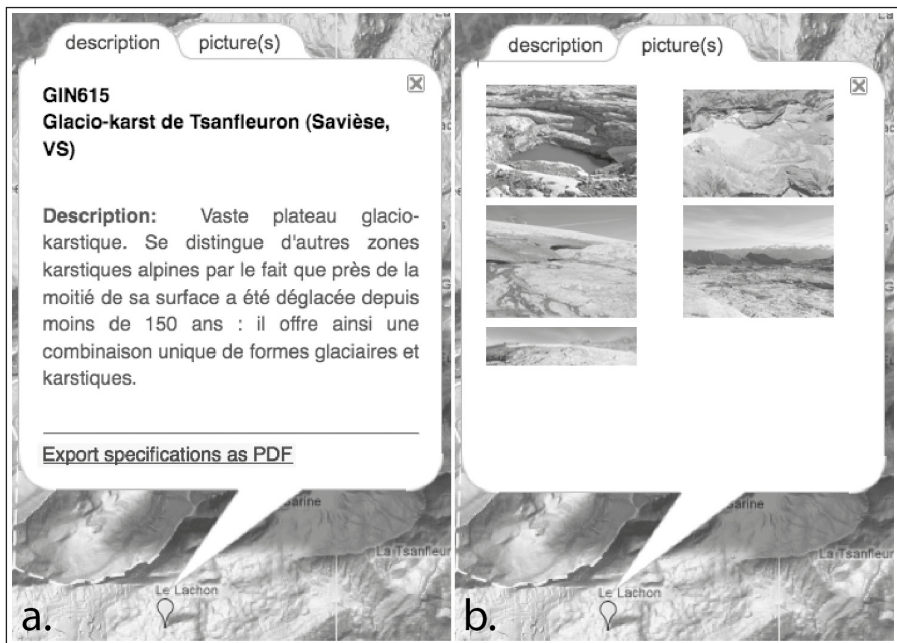


Fig 6 : Bulle d'information à deux onglets : (a) description et lien pour exportation de la fiche en format PDF ; (b) vignettes des illustrations, affichables d'un clic en grand format.

Discussion

Analyse et critique de l'application

L'application cartographique réalisée tire parti des possibilités offertes par l'interface de programmation de Google Maps. Les diverses fonctions spécifiques ajoutées à l'application en font une carte dynamique. Le couplage JavaScript – PHP permet d'approcher les fonctions d'un Web-GIS tout en maintenant une infrastructure simple et légère, aux dépens cependant de la rapidité.

La description des fonctionnalités de l'application cartographique développée montre que celle-ci a un grand degré d'interactivité et d'adaptabilité. La principale restriction, bien compréhensible, est que l'utilisateur n'a pas la possibilité d'ajouter ou de modifier les données de base de l'inventaire. L'*usability* de l'interface est plus difficile à évaluer. Du point de vue de l'efficacité et de l'efficacé, on constate que l'ensemble des fonctionnalités est accessible en trois clics au maximum (affichage d'une sélection thématique de sites, téléchargement de la fiche d'un site particulier, etc.) et que le temps de réponse de la carte est raisonnablement court. Une enquête de satisfaction devrait encore être menée auprès de catégories définies d'utilisateurs pour évaluer complètement ce critère d'*usability*.

Avantages d'une carte d'inventaire dynamique

La comparaison avec une carte statique basée sur les mêmes données permet d'identifier une série d'avantages, fonctionnels, quantitatifs et structurels.

Les fonctions de base – navigation intuitive, zoom, affichage rapide des fonds de carte et des toponymes, choix du style de fond – créent un cadre efficace et agréable pour la consultation. A ces fonctions s'ajoute la possibilité d'interagir avec les données par des requêtes et sélections multicritères ou d'accéder à des informations supplémentaires par un clic sur le symbole du géotope. Il serait également possible de fournir des représentations dynamiques d'une évolution temporelle, ce qui est bien entendu impossible sur un support statique.

Du point de vue quantitatif, la carte dynamique permet d'afficher un grand nombre de couches d'information spatiale, sans surcharge visuelle puisqu'elles peuvent être affichées ou cachées à loisir. D'un point de vue général, comme la carte devient interface d'accès à des données internes (descriptions, autres inventaires, etc.) ou externes (photos, toponymes, etc.), elle contient infiniment plus d'informations que sa version papier.

Au niveau structurel, l'application n'est pas restreinte à un seul usage ou à un seul public. Elle donne accès à différents niveaux de complexité. L'interface interactive permet de modifier le contenu en fonction des besoins ou des intérêts de l'utilisateur.

Conclusion et perspectives

La carte en ligne de l'inventaire suisse des géotopes d'importance nationale fournit une vue relativement complète de ce qu'une structure dynamique peut apporter en termes d'interactivité, d'adaptabilité et, dans une moindre mesure, d'*usability*. Cette application représente à notre avis un complément idéal à une publication imprimée puisqu'elle offre à l'utilisateur une multitude d'accès directs et de représentations des données en fonction de ses intérêts, tant thématiques que spatiaux (« quel géotope puis-je trouver près de chez moi ? »).

Notre exemple illustre ce que l'extension du paradigme cartographique peut fournir comme nouveaux outils d'exploration des données et de publication de l'informa-

tion. Puisque les données traitées par les spécialistes des sciences de la Terre sont toujours, de près ou de loin, spatialisées, la carte dynamique se révèle un support particulièrement bien adapté.

Etendre, sur le même modèle, les fonctionnalités d'autres types de cartes géoscientifiques (Fig. 1) en les rendant interactives et adaptables nous paraît un axe de recherche prometteur. Nous pensons en particulier que des cartes géotouristiques et surtout géodidactiques dynamiques seraient mieux à même d'atteindre leurs objectifs en fournissant à l'utilisateur un contenu adapté à ses besoins et questionnements, divers niveaux de lecture et une consultation mieux structurée. Ceci rapprocherait la carte des techniques d'interprétation (Tilden, 1957) et pourrait la rendre plus à même de retenir l'attention de l'utilisateur (Moscardo, 1999). **L'élargissement des fonctionnalités** et usages potentiels de la carte, comme présenté dans cet article, renforce l'intérêt que représente le média cartographique pour la communication et la médiation du géopatrimoine.

Bibliographie

- ASSN. (1999). Inventaire des géotopes d'importance nationale. *Geologia Insubrica*, 4(1), 25-48.
- Berger J.-P., Reynard E., Bissig G., Constandache M., Dumas J., Felber M., Häuselmann P., Jeannin P.-Y. (2008). *Révision de la liste des géotopes d'importance nationale : rapport du groupe de travail 2006-2007*. Fribourg, Groupe de travail pour les géotopes en Suisse.
- Bissig G. (2008). Mapping geomorphosites. An analysis of geotourist maps. *Geoturystyka*, 3, 3-12.
- Carton A., Cavallin A., Francavilla F., Mantovani F., Panizza M., Pellegrini G. B., Tellini C. (1993). Ricerche ambientali per l'individuazione e la valutazione dei beni geomorfologici. Metodi ed esempi. *Il Quaternario*, 7(1), 99-107.
- Carton A., Coratza P., Marchetti M. (2005). Guidelines for geomorphological sites mapping. Examples from Italy. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 3, 209-218.
- Cartwright W.E., Peterson M.P. (1999). Multimedia cartography. In Cartwright W.E., Peterson M.P., Gartner G. (eds). *Multimedia cartography*, Berlin, Springer, 1-10.
- Cartwright W.E., Hunter G.J. (2001). Towards a methodology for the evaluation of multimedia geographical information products. *Geoinformatica*, 5(3), 291-315.
- Cayla N. (2009). *Le patrimoine géologique de l'arc alpin. De la médiation scientifique à la valorisation géotouristique*. Thèse de doctorat, Université de Savoie.
- Coratza P., Regolini-Bissig G. (2009). Methods for mapping geomorphosites. In Reynard E., Coratza P., Regolini-Bissig G. (eds). *Geomorphosites*. München, Pfeil, 89-103.
- Di Méo G. (2008). Processus de patrimonialisation et construction des territoires. In *Regards sur le patrimoine industriel*, Pessac, ADES. [en ligne] Disponible sur: <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00281934> (consulté le 8 juin 2011).
- Grandgirard V. (1997). *Géomorphologie, protection de la nature et gestion du paysage*. Thèse de doctorat, Université de Fribourg.
- Kraak M. J. (2001). Settings and needs for web cartography. In Kraak M.J., Brown A. (eds). *Web cartography. Developments and prospects*, London, New-York, Taylor & Francis, 1-7.

- Kraak M.J., Van Driel R. (1997). Principles of hypermaps. *Computers & Geosciences*, 23(4), 457-464.
- Meng L. (2003). Missing theories and methods in digital cartography. In *21st International Cartographic Conference*, Durban, International Cartographic Association, 1887-1894.
- Morrison J.L. (1997). Topographic mapping in the twenty-first century. In Rhind D. (ed.). *Framework for the World*. Cambridge, Geoinformation International, 14-27.
- Moscardo G. (1999). *Making visitors mindful. Principles for creating sustainable visitor experiences through effective communication*. Advances in tourism applications. Champaign, Sagamore, Advances in tourism applications.
- Muller J.M., Laurini R. (1997). La cartographie de l'an 2000. *Revue internationale de géomatique*, 7(1), 97-106.
- Panizza M., Piacente S. (1993). Geomorphological assets evaluation. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 87, Suppl. Bd, 13-18.
- Panizza M., Piacente S. (2003). *Geomorfologia culturale*. Bologna, Pitagora.
- Regolini-Bissig G. (2010). Mapping geoheritage for interpretive purpose. Definition and interdisciplinary approach. In Regolini-Bissig G., Reynard E. (eds). *Mapping geoheritage*, Université de Lausanne, Institut de Géographie, *Géovisions*, 35, 1-13.
- Reynard E. (2004). Géotopes, géo(morpho)sites et paysages géomorphologiques. In Reynard E., Pralong J.-P. (éds). *Paysages géomorphologiques*. Université de Lausanne, Institut de Géographie, Travaux et recherches, 27, 123-136.
- Reynard, E. (2009). Geomorphosites. Definitions and characteristics. In Reynard E., Coratza P., Regolini-Bissig G. (eds). *Geomorphosites*. München, Pfeil, 9-20.
- Reynard E., Hobléa F., Cayla N., Gauchon C. (2011). Les hauts lieux géologiques et géomorphologiques alpin. Vers une redécouverte patrimoniale ? *Revue de géographie alpine*, [en ligne], 99 (2), mis en ligne le 20 juillet 2011, <http://rga.revues.org/index1412.html>
- Slocum T.A., McMaster R.B., Kessler F.C., Howard H.H. (2009). *Thematic cartography and geovisualization*. Upper Saddle River, Pearson.
- Tilden F. (1957). *Interpreting our heritage. Principles and practices for visitor services in parks, museums, and historic places*. Chapel Hill, University of North Carolina Press.