

# Amélioration de la navigation dans les hypercartes

*Jean-Yves Delort*

LIRMM - Université Montpellier 2  
161, rue Ada  
34392, Montpellier Cedex 5,  
France  
delort@lirmm.fr

*Hamdi Chaker*

LIRMM - Université Montpellier 2  
161, rue Ada  
34392, Montpellier Cedex 5,  
France  
hamdichaker@gmail.com

*Thérèse Libourel*

LIRMM - Université Montpellier 2  
161, rue Ada  
34392, Montpellier Cedex 5,  
France  
libourel@lirmm.fr

## RESUME

Le Web compte de plus en plus d'hypercartes qui permettent de visualiser et d'explorer des informations géographiques graphiquement représentées sur une carte. Dans les interfaces actuelles des hypercartes, les utilisateurs ont souvent du mal à naviguer et ils expérimentent souvent un sentiment de "perte dans l'hyperespace". Cet article analyse les principaux facteurs de perte dans l'hyperespace et présente une interface adaptée à la navigation dans les hypercartes.

**MOTS CLES :** hypercartes, cartes géographiques interactives, navigation, perte dans l'hyperespace.

## ABSTRACT

The Web contains more and more hypermaps that enable visualizing and exploring geographic information graphically represented on a map. Existing hypermap interfaces are often difficult to navigate in and users often experiment the feeling of being "lost in hyperspace". This article analyzes the main drawbacks of existing hypermap interfaces and it presents a novel interface for supporting hypermap navigation.

**CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS:** H5.m. Information interfaces and presentation (e.g., HCI): Miscellaneous.

**GENERAL TERMS:** Human Factors, Design.

**KEYWORDS:** hypermaps, interactive geographic maps, navigation, lost in hyperspace.

## INTRODUCTION

Le nombre d'hypercartes a explosé sur le Web depuis l'apparition des cartes géographiques interactives, telles que Google Maps. Elles permettent de structurer des com-

posants hypermédias individuels entre eux et par rapport à la carte [9]. Elles sont utilisées dans une grande variété d'applications comme, par exemple, la "recherche locale" qui a connu un grand essor ces dernières années. Or, la navigation dans une hypercarte s'avère souvent déroutante pour l'utilisateur.

Dans les hypercartes actuelles, les objets hypermédias sont représentés par des formes géométriques disposées sur un fond pixélisé illustrant la Terre. Il s'agit d'interfaces multi-échelles dans lesquelles l'utilisateur peut librement se déplacer dans le plan et changer d'échelle. Pour voir l'emplacement exact des objets sur la carte ou observer le contenu des nuages d'objets, l'utilisateur est souvent contraint de réaliser de nombreux déplacements. Or, les interfaces actuelles de navigation dans une hypercarte le poussent à se "perdre dans l'hyperespace" [7]. Cet état est associé à des situations telles que : l'utilisateur ne peut pas identifier où il se trouve, il a oublié ce qu'il recherchait, il ne sait pas où aller, etc.

Plusieurs caractéristiques des interfaces de navigation dans les hypercartes favorisent la perte dans l'hyperespace. Premièrement, le trop grand choix d'actions donné à l'utilisateur l'incite à s'égarer. Deuxièmement, l'excessive précision du ciblage augmente le risque d'une navigation erratique. Enfin, une mauvaise disposition de l'information peut rendre la carte illisible et réduire son interactivité. En général, dans les hypercartes, ces facteurs sont réunis simultanément, ce qui accroît le phénomène de perte dans l'hyperespace. Par exemple, le résultat d'un zoom sur un objet situé au milieu d'un amas est d'autant plus incertain si le ciblage manque de précision. De même, s'il est possible d'explorer n'importe quelle région et que le ciblage manque de précision, l'utilisateur a de fortes chances d'être désorienté. Ou encore, si la disposition est déséquilibrée et que l'utilisateur est libre d'explorer toute région, il peut être attiré par des zones saillantes qui vont le détourner de son objectif. Ainsi, la perte dans l'hyperespace est d'autant plus probable et forte que ses causes ont lieu en même temps.

De nombreux travaux ont proposé des solutions pour remédier aux facteurs de perte dans les interfaces multi-

échelles et notamment dans les hypercartes. Toutefois, la plupart des méthodes existantes ne s'intéressent qu'à un facteur particulier. Dans cet article, nous essayons de fournir du réponse globale ce qui permet de mieux traiter les situations où la perte est due à une combinaison de facteurs. Nous présentons une interface où l'utilisateur est guidé dans sa navigation, le degré de précision des interactions est faible et la disposition des objets est adaptée en fonction de l'échelle. Nous pensons que ces caractéristiques permettent de diminuer la perte dans l'hyperespace tout en offrant une navigation intuitive et pratique.

La section suivante présente un état de l'art des travaux relatifs au sujet développé ici. La section 3 examine les principaux facteurs de désorientation dus aux interfaces des hypercartes. La section 4 décrit l'approche proposée. Enfin, la section 5 présente brièvement une implémentation de l'interface.

### ETAT DE L'ART

Le problème de la précision des interactions est particulièrement important dans les interfaces mobiles et tactiles car les instruments de pointage (stylet, doigts) sont souvent peu précis. Plusieurs travaux ont montré que des stratégies de ciblage différentes (*takeoff*, ...) devaient être utilisées en fonction de la taille de la cible ou de celle de l'écran [2]. Potter et ses collègues [11] ont proposé des techniques évitant un pointage précis en utilisant le fait que le système connaisse l'emplacement des objets.

Dans les domaines des interfaces multi-échelles, plusieurs travaux ont proposé des techniques de filtrage et de regroupement d'informations en fonction d'un niveau d'échelle et de critères visuels [5, 3]. Infosky représente les données sous la forme d'une vue télescopique d'une galaxie. Les documents similaires sont regroupés et représentés par des étoiles [3]. Les frontières entre groupes d'étoiles sont déterminées au moyen d'un algorithme de Voronoi. Dans ce système, la taille d'une région reflète le nombre de ses documents et les étoiles sont placées en fonction d'un algorithme de placement par similarité. Il s'agit donc d'une problématique différente de la notre, où le placement des objets et les frontières des régions obéissent à des contraintes géographiques.

Plusieurs travaux se sont intéressés aux caractéristiques d'interfaces présentant des données géographiques. Frank et Timpf ont proposé une méthode de zoom dans des cartes basée sur une représentation de la carte par une forêt d'arbres multi-échelles [8]. Leur méthode permet de trouver les objets à sélectionner et leur niveau de profondeur dans l'arbre en conservant une densité d'information constante. Des méthodes ont également été proposées pour faire face au problème du recouvrement d'étiquettes et d'icônes sur des cartes [6]. Baudisch et ses collègues ont observé qu'en changeant le panoramique ou le niveau d'échelle, l'utilisateur doit réaliser un important effort

cognitif pour se repérer spatialement [4]. Leur système, Halo, est une interface qui permet d'indiquer sur l'écran la position d'objets situés en dehors de la vue.

### PERTE DANS UNE HYPERCARTE

Le phénomène de perte dans une hypercarte est principalement dû à trois caractéristiques courantes dans les interfaces de navigation.

#### Excès de liberté

Premièrement, les interfaces actuelles offrent une grande liberté de mouvement. L'utilisateur peut zoomer n'importe où et se déplacer sur la carte entière quelsoit le niveau d'échelle. La liberté de mouvement offerte à l'utilisateur l'incite à aller explorer des régions initialement sans intérêt pour lui. Elle favorise ainsi la découverte d'informations potentiellement intéressantes. Dans le même temps, elle est susceptible de le dérouter de son objectif initial. Newfield et ses collègues ont fait le même reproche aux navigateurs Web : *"While current navigation techniques seem to support undirected web browsing, they are often inadequate for the task of supporting directed searches."* [10]. Partant de ce constat, on peut dire que les interfaces actuelles des hypercartes sont d'avantage orientée "browsing" que "searching".

#### Faible lisibilité

Les interfaces actuelles affichent les objets géométriques des hypercartes sans tenir compte de l'impact de leur disposition sur l'utilisateur. Généralement, ceci a pour effet une diminution de la lisibilité des objets et du fond (i.e. la carte). La figure 1 illustre un cas d'hypercarte faiblement lisible en raison du trop grand nombre d'objets et de la proximité entre eux. Le problème de la lisibilité réduit également la navigabilité : lorsque deux objets se chevauchent ou sont trop rapprochés, l'utilisateur aura des difficultés à interagir précisément avec eux.



Figure 1 : Une carte peu lisible et faiblement interactive

#### Imprécision du pointage

L'imprécision du pointage impacte particulièrement sur la navigation dans les interfaces multi-échelles des hypercartes. La plupart des interfaces donnent aux utilisateurs la possibilité "sauter" plusieurs niveaux d'échelle en une seule interaction. Cette fonctionnalité est d'autant plus utilisée que le nombre de niveaux d'échelle est grand. Par

exemple, l'interface de Google Maps possède 20 niveaux de zoom correspondant à des photographies prises à des différentes échelles. Le niveau d'échelle le plus grand (resp. le plus bas) est d'environ 1cm/2500Km (resp. 1cm/5m). Le facteur de réduction d'échelle pour un niveau de zoom  $k$  est approximativement  $2^{k-1}$  où  $k$  est le niveau de zoom et l'échelle de base est 1cm/2500Km.

Supposons que l'utilisateur veuille sélectionner un point  $X$  sur une carte à un niveau d'échelle donné  $k$ . Si, au lieu de sélectionner  $X$ , il clique par erreur sur un pixel voisin de seulement  $\epsilon$  cm, le point  $X$  apparaîtra excentré de  $2 \times \epsilon$  cm au niveau inférieur. S'il décidait de zoomer directement de  $t$  fois, alors le point  $X$  serait décalé de  $2^t \times \epsilon$  cm du centre. Par conséquent, le saut de zoom propage l'erreur de précision initial exponentiellement. L'erreur de précision désoriente facilement l'utilisateur et sa correction nécessite un effort cognitif important.

## UNE INTERFACE POUR LES HYPERCARTES

### Principales caractéristiques

L'interface proposée présente une partition de la carte en régions interactives contenant chacune un unique objet de l'hypercarte. L'utilisateur peut interagir avec les régions et les objets. Pour encadrer l'exploration, la navigation dans le plan est supprimée : l'utilisateur ne peut explorer que les points ou régions visibles ou dézoomer. Pour améliorer la lisibilité de la carte, la carte est simplifiée. Les objets trop proches sont agrégés. L'interface restitue la densité de l'information agrégée en modulant la saillance visuelle de chaque zone. La sélection d'un objet permet de visualiser son contenu. Si l'objet est le résultat de la fusion de plusieurs points, leur contenu à tous est affiché. La sélection d'une région entraîne un zoom d'échelle variable permettant de visualiser tous les points de la région. Ainsi, dans cette interface il n'y a que deux interactions possibles : la sélection et le zoom arrière. La sélection pouvant entraîner soit l'affichage des informations associées aux objets, soit un zoom.

### Regroupement des points

Le regroupement des points permet d'améliorer la lisibilité de la carte. Il dépend de la distance entre les points et du niveau d'échelle. Comme on ne connaît pas *a priori* le nombre de partitions à créer, on effectue un regroupement hiérarchique ascendant : Les deux points les plus proches sont regroupés et remplacés par leur centroïde (le milieu), puis, tant qu'il existe des points isolés, on regroupe le point avec un autre point ou un groupe existant jusqu'à ce qu'il n'y ait plus qu'un seul groupe contenant tous les points. Le résultat d'un regroupement hiérarchique est un arbre dont les feuilles sont les points et chaque noeud correspond au centroïde des points contenus dans le sous-arbre. De plus, à chaque noeud est associée la distance entre ses deux fils.

Le niveau d'échelle détermine la distance minimale entre les centres des faces de la partition. On utilise un seuil

visuel unique  $S$  au deçà duquel des points (ou centroïdes) sont estimés trop proches pour être affichés sans nuire à la lisibilité de la carte. Par exemple, si le seuil de visibilité est de 2cm, alors tous les objets représentés devront être espacés d'au moins 2cm. Pour retrouver les centres à une échelle donnée  $k$ , on effectue un parcours en profondeur de l'arbre et on explore les fils d'un noeud tant que la distance qui les sépare est supérieure à  $S$ . Si la distance devient inférieure à  $S$ , on ajoute à l'ensemble des points à représenter le noeud parent et on calcule sa densité (i.e. le nombre de points dans le sous-arbre) qui déterminera la saillance visuelle de la région associée.

### Partitionnement de la vue

Le partitionnement de la vue en région permet à la fois d'encadrer l'exploration et de gérer les imprécisions de pointage. Le partitionnement de la carte est obtenu en effectuant une tessellation de Voronoi à partir des centres sélectionnés dans l'arbre. Un diagramme de Voronoi d'un ensemble de points  $S$  est une partition du plan qui associe une région  $V(p)$  à chaque point  $p$  de  $S$  tel que n'importe quel point de  $V(p)$  est plus proche de  $p$  que de tout autre point de  $S$ . Pour le calcul de la partition, nous utilisons la bibliothèque de fonctions de géométrie algorithmique CGAL [1]. Comme le partitionnement dépend de la vue et du niveau d'échelle, il doit être calculé dynamiquement à chaque fois que l'utilisateur change de vue (i.e. zoom ou déplace la carte). Remarquons que la modulation de la saillance visuelle en fonction de la densité des zones pourrait être assurée par une tessellation de Voronoi pondérée. Celle-ci permet d'associer un poids à chaque point et de rendre la région associée plus ou moins grande en fonction de ce poids. Ici, cette approche n'est pas appropriée, car les frontières des régions portent une information géographique.

### Problème de la projection

Les représentations de la Terre sur le plan se font au moyen de projections. Une projection couramment utilisée dans les interfaces actuelles des hypercartes est la projection de Mercator. Cette projection est conforme, c'est-à-dire qu'elle conserve les angles, par contre, elle modifie les distances (sur les pôles les distances sont exagérées). Comme les informations visualisées à l'écran sont projetées, il est nécessaire de travailler dans l'espace projeté pour le regroupement comme pour le calcul des polygones décrivant les régions.

### IMPLEMENTATION

Nous avons implémenté une application Web de navigation dans une hypercarte pour évaluer l'apport de la technique d'interaction proposée. Le système permet de naviguer dans des hypercartes de points spécifiés dans le format KML et il permet d'explorer les résultats à des requêtes d'un moteur de recherche d'images géotaggées. L'application utilise l'API de Google Maps pour gérer les aspects liés à la visualisation de la carte. Le traitement

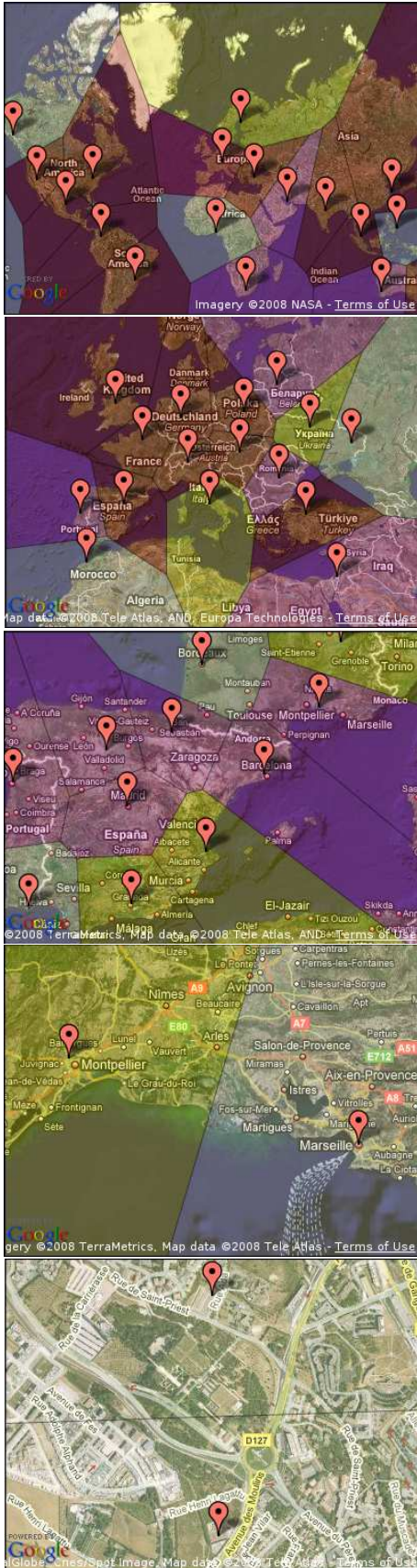


Figure 2 : Exemple de navigation dans l'interface

des données est effectué sur un serveur Web. Le prototype réalisé est accessible sur le Web<sup>1</sup>.

Dans la figure Fig. 1, cherchons à voir les objets qui se trouvent à Montpellier. La figure Fig. 2 représente les différentes vues traversées pour voir les objets situés à Montpellier de la carte Fig. 1. La figure 2 montre les différentes vues traversées par l'utilisateur de notre interface. L'utilisateur n'a donc besoin de réaliser que de quatre interactions pour atteindre la cible.

## CONCLUSION

Cet article a présenté les principales causes de la perte dans une hypercarte et étudié les caractéristiques d'une interface offrant une navigation plus facile et efficace. Le prototype réalisé confirme l'intérêt de la prise en compte de ces caractéristiques.

Les perspectives de ce travail sont, tout d'abord, la réalisation d'une expérimentation pour évaluer l'apport cette interface et ses désavantages éventuels. Nous nous intéresserons également au problème de la navigation dans des hypercartes dans lesquelles les objets sont reliés.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Cgal, computational geometry algorithms library.
2. Albinsson, P.-A., and Zhai, S. High precision touch screen interaction. In *Proceedings of the conference on Human factors in computing systems*, pages 105–112, New York, NY, USA, 2003.
3. Andrews, K., Kienreich, W., Sabol, V., Becker, J., Droschl, G., Kappe, F., Granitzer, M., Auer, P., and Tochtermann, K. The infosky visual explorer: exploiting hierarchical structure and document similarities. *Information Visualization*, 1(3/4):166–181, 2002.
4. Baudisch, P., and Rosenholtz, R. Halo: a technique for visualizing off-screen objects. In *CHI '03: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 481–488, New York, NY, USA, 2003. ACM Press.
5. Boutin, F., and Hascoët, M. Focus dependent multi-level graph clustering. In *AVI '04: Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces*, pages 167–170, 2004.
6. Burigat, S., and Chittaro, L. Decluttering of icons based on aggregation in mobile maps. In Meng, L., Zipf, A., and Winter, S., editors, *Map-based Mobile Services - Design, Interaction and Usability*, pages 13–32. Springer, March 2008.
7. Edwards, D. M., and Hardman, L. Lost in hyperspace: cognitive mapping and navigation in a hyper-text environment. pages 90–105, 1999.

<sup>1</sup><http://www.lirmm.fr/~delort/apps/hypermap.html>

8. Frank, A. U., and Timpf, S. Multiple representations for cartographic objects in a multi-scale tree. *Computers & Graphics*, 18(6):823–829, 1994.
9. Kraak, M.-J., and Van Driel, R. Principles of hypermaps. *Computers and Geosciences*, 23(4):457–464, May 1997.
10. Newfield, D., Sethi, B. S., and Ryall, K. Scratchpad: mechanisms for better navigation in directed web searching. In *UIST '98: Proceedings of the 11th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pages 1–8. ACM Press, 1998.
11. Potter, R. L., Weldon, L. J., and Shneiderman, B. Improving the accuracy of touch screens: an experimental evaluation of three strategies. In *CHI '88: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 27–32, New York, NY, USA, 1988. ACM.