
Évaluer des modes de représentation cartographique de l'incertitude

Exemple d'utilisation de méthodes des sciences cognitives

Seccia Geoffrey¹, Cuntly Claire², Chesneau Élisabeth³, Berjawi Bilal⁴, Favetta Franck⁴

1. Laboratoire d'étude des mécanismes cognitifs, Université Lumière Lyon 2
5 avenue Pierre Mendès France - 69500 Bron, France

geoffrey.seccia@gmail.com

2. IRG-EVS, UMR5600, Université Lumière Lyon2, France, claire.cuntly@univ-lyon2.fr

3. ISTHME-EVS, UMR5600, Université Jean Monnet de Saint-Étienne, France, elisabeth.chesneau@univ-st-etienne.fr

4. LIRIS, UMR5205, INSA, Lyon, France, bilal.berjawi@liris.cnrs.fr, franck.favetta@liris.cnrs.fr

RESUME. De nombreux services de cartographie en ligne ont leur propre service de visualisation pour afficher des points d'intérêt (POI) touristiques (hôtels, restaurants). Cependant, les données les concernant sont souvent incomplètes et/ou contradictoires d'un fournisseur à un autre. Suite à l'établissement de plusieurs propositions sémiologiques pour représenter l'incertitude des points d'intérêt, cet article présente les tests réalisés auprès d'un public non spécialiste. Le premier test a pour objectif de sélectionner quels modes de représentation sont les mieux perçus parmi ceux proposés. Le deuxième test, plus qualitatif, cherche à déterminer quel type d'information sur l'incertitude est la plus intéressante à représenter.

ABSTRACT. Multiple cartographic providers propose their visualization service for displaying touristic points of interests (POI such as hotels, restaurants). However, the data describing these points of interests is often incomplete and/or contradictory from one provider to another. After the establishment of different cartographic propositions to portray uncertainty of the points of interest, this article presents the tests realised for a non-specialist public. The first test aims to select which cartographic portrayals are the best perceived among the propositions. The second test, more qualitative, aims to determinate which type of information about uncertainty is the more interesting to portray.

MOTS-CLES : Sciences cognitives, Cartographie de l'incertitude, Services géo-localisés

KEYWORDS: Cognitive Sciences, Mapping of uncertainty, Location-Based Services

1. Incertitudes de POI intégrés : évaluer leur symbologie pour un public novice.

Avec les services de cartographie en ligne de type géoportail (ou Google Earth), il est désormais facile de rechercher une information touristique telle qu'un hôtel ou un restaurant. Cependant, selon le fournisseur (Google Map, Microsoft Bing), le même objet pourra différer dans sa localisation et ses informations attributaires (nom, adresse). Dans le cadre du projet UNIMAP (2013-15)¹, une application cartographique interactive à destination du « grand public ». est créée afin de représenter des points d'intérêt touristique (POI) issus de l'intégration des données provenant de plusieurs fournisseurs. Un niveau de confiance de l'information associée à chaque POI issu de cette intégration (appelé POI intégré) est calculé. Un POI intégré a un fort niveau de confiance d'un point de vue spatial et attributaire si les données des fournisseurs utilisées pour son calcul sont complètes et cohérentes entre elles. Au contraire, un POI intégré a un faible niveau de confiance si les données des fournisseurs sont incomplètes et/ou incohérentes les unes par rapport aux autres. Ces niveaux de confiance s'apparentent à des niveaux de certitude/incertitude de l'information géographique tels que définis par Thomson et al. (2005) et pour lesquels MacEachren et al. (2012) proposent plusieurs modes de représentation issus des variables visuelles (Bertin, 1967 ; Morrison, 1974 ; MacEachren, 1995). Nous nous appuyons sur ces travaux pour symboliser les POI intégrés (Berjawi et al. 2014).

L'objectif de cette étude est de mettre en place un protocole expérimental issu des sciences cognitives pour évaluer les différentes propositions de représentation de l'incertitude auprès d'un public non spécialiste en cartographie. Un premier test doit permettre de sélectionner, parmi deux possibilités, quelle représentation cartographique est la mieux perçue et comprise pour représenter un type d'incertitude particulier : l'incertitude spatiale (localisation du lieu), l'incertitude attributaire (autres informations propres au lieu hors localisation) et l'incertitude globale (synthèse entre les incertitudes spatiale et attributaire). Un deuxième test a pour objectif d'établir quel type d'incertitude (spatial, attributaire, global) est le plus important à montrer pour les personnes interrogées. Il s'agit aussi de savoir, parmi un ensemble de POI représentés sur la carte, vers lequel ils décident de se rendre et dans quelle mesure le niveau d'incertitude intervient dans ce choix.

2. Test sur les modes de représentation de l'incertitude

En se basant sur les travaux de MacEachren et al. (2012), deux solutions sémiologiques sont sélectionnées pour cartographier chaque niveau de confiance :

¹ Ce travail a été réalisé grâce au soutien financier du LABEX IMU (ANR-10-LABX-0088) de l'Université de Lyon, dans le cadre du programme "Investissements d'Avenir" (ANR-11-IDEX-0007) géré par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR).

- pour l'incertitude spatiale « taille » vs « position » (figure 1);
- pour l'incertitude attributaire « thermomètre » vs « fréquence » (figure 1). Ici les propositions diffèrent de celles de MacEachren (2012) car, dans le contexte de notre application, les représentations proposées par MacEachren (2012) paraissent soit trop équivoques (ex : le smiley, jugé comme le plus efficace dans l'étude de MacEachren (2012), risque d'être interprété comme représentant la qualité d'un lieu plutôt que la qualité de l'information relative au lieu) soit inutilisables (ex : feu tricolore impossible à choisir car la variable visuelle couleur est déjà utilisée pour différencier les types de lieux : restaurant, hôtel, musée, etc). A noter que le symbole « fréquence » est un nouveau symbole que nous proposons.
- pour l'incertitude globale : « flou » vs « valeur » (figure 1).

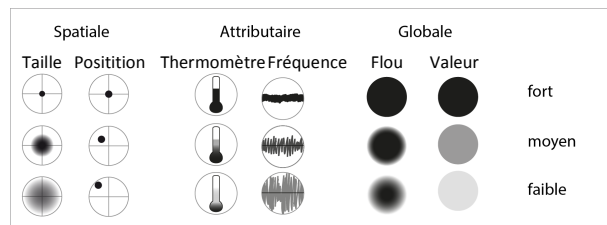


Figure 1. Les solutions sémiologiques alternatives pour représenter les niveaux de confiance

Le protocole de test a pour objectif de déterminer quelle solution sémiologique est la mieux perçue et comprise pour chaque type d'incertitude. A travers ce test, il s'agit de savoir pour quelle solution les participants distinguent et comprennent le mieux les informations relatives aux niveaux de confiance des POI. Pour ce faire, une tâche à choix forcé est utilisée. Nous présentons à 36 participants (14 hommes et 22 femmes, âgés de 18 à 30 ans, toutes non géographes ou cartographes) des couples de figurés (faible vs moyen, faible vs fort, fort vs moyen) sur un fond de carte, en leur demandant de choisir le plus rapidement possible, dans chaque couple, quel figuré représente le niveau de confiance le plus élevé. Ces couples sont répétés pour chaque type d'incertitude, avec un contrebalancement dans l'ordre des propositions pour éviter tout effet d'apprentissage.

Les résultats obtenus se présentent sous forme de temps de réponse et de part de réponse correcte (*i.e.* choix du figuré représentant le niveau de confiance le plus élevé). Le test *t de Student* révèle des effets significatifs (figure 2) pour la taille (localisation), le thermomètre (information attributaire), et la valeur (global), autant sur les temps de réponse que sur le nombre de bonnes réponses. Ces trois figurés sont donc retenus pour l'application et pour le deuxième test.

	Spatiale		Attributaire		Globale	
	Taille	Position	Thermomètre	Fréquence	Flou	Valeur
Part des réponses correctes (en%)	98,1	90,7	99,5	93,5	95,8	100,0
Ecart-type (en%)	1,3	6,7	1,0	3,8	2,7	0,0
T-Student	2,60		3,65		-2,71	
Degrés de liberté	35		35		35	
Risque d'erreur	0,0136		0,0008		0,0104	
Temps de réponse (en milliseconde)	783,5	1147,4	741,1	893,4	862,8	708,9
Ecart-type (en milliseconde)	244,8	312,5	230,4	322,7	449,7	268,5
T-Student	-7,91		-3,89		2,24	
Degrés de liberté	35		35		35	
Risque d'erreur	0,000000003		0,0004		0,0314	

Figure 2. Les résultats du test pour les modes de représentation des différentes incertitudes

3. Test sur les types d'incertitude à représenter

Le deuxième test vise à déterminer quel type d'informations sur l'incertitude est le plus important à afficher pour l'utilisateur de l'application. Est-ce l'incertitude spatiale, attributaire ou globale ? Contrairement au test précédent pour lequel les données recueillies sont quantitatives, ici nous souhaitons obtenir des données plus qualitatives en invitant les participants (25 personnes : 14 hommes et 11 femmes âgés de 22 à 59 ans, toutes non géographes ou cartographes) à décrire oralement leurs actions, avis et questionnements, enregistrés sous forme audio. Pour ce faire, le test se déroule en trois étapes.

Dans une première phase, les différents types d'incertitude sont expliqués oralement au participant sans lui montrer de représentation. Le participant doit alors hiérarchiser les incertitudes en fonction de ses préférences et ce qui lui semble le plus important à montrer en expliquant ses choix. L'analyse montre que les choix des participants ne sont pas équitablement répartis sur les différentes propositions ($\text{Khi}^2(4) = 20,8$, $p < 0,01$). Les participants ont plus souvent cité l'incertitude spatiale (13 fois), puis l'incertitude globale (7 fois) comme étant les plus importantes pour eux.

Dans la seconde phase, plusieurs cartes sont présentées via l'application cartographique interactive, chacune mettant en exergue un type d'incertitude spécifique. Pour chaque carte, le participant doit donner son appréciation sur ce qui est représenté, à travers une échelle de notation allant de 0 (pour nul) à 7 (pour optimal). Les données récupérées ont été soumises à une ANOVA à mesures répétées qui a révélé un effet significatif du type de proposition. ($F(4, 124) = 3,19$, $p = 0,016$). Les incertitudes spatiale (note moyenne : 5,24) et globale (note moyenne : 5,52) sont les plus appréciées.

Enfin, les participants devaient choisir sur chaque proposition un POI où ils souhaitaient se rendre et expliquer leur stratégie. L'analyse des choix de POI montre que de manière significative ($\text{Khi}^2(4) = 117,64$, $p < 0,01$) les personnes sélectionnent en priorité les POI où le niveau de confiance est le plus élevé pour toutes les dimensions de l'information (spatiale et attributaire) et cela quelle que soit

la proposition présentée. Le choix d'un POI se fait de manière moins courante en fonction du niveau de confiance spatiale seul, en fonction d'autres éléments présents sur le fond de carte (proximité avec les transports, les espaces verts, etc...) et encore moins fréquemment en fonction du niveau de confiance attributaire seul.

4. Conclusions et Perspectives

Cette étude permet à la fois d'obtenir des premières données sur les modes de représentation de l'incertitude les mieux perçus et les types d'incertitude les plus importants à afficher dans une application cartographique interactive destinée à des utilisateurs (novices en cartographie) touristes dans une ville. Comme perspective, sur la base des résultats, de prochains tests permettraient d'étudier comment l'application est utilisée dans un contexte spécifique. En effet les critères ne sont pas les mêmes lorsque l'utilisateur recherche un hôtel, un restaurant, un musée, ni lorsque l'utilisateur est sur le terrain ou en train de préparer un déplacement. Est-ce que les données affichées, leurs modes de représentation et la façon de les présenter dans l'environnement interactif sont correctement perçues, comprises, appréciées ? Quels éléments améliorer pour mieux satisfaire les besoins des utilisateurs ?

Remerciements :

L'ensemble de l'équipe UNIMAP souhaite remercier Remy Versace, professeur de sciences cognitives à l'Université Lyon2 pour ses conseils.

Bibliographie

- Berjawi B., Chesneau E., Seccia G., Duchateau F., Favetta F., Cuntly C., Miquel M., Laurini R., 2014, Uncertainty Visualization of Multi-Providers Cartographic Integration. International Workshop on Visual Languages and Computing (VLC'2014), Pittsburgh (PA), USA, August 27-29, 2014, p. 241-249
- Bertin J. (1967). *Sémiologie Graphique. Les diagrammes, les réseaux, les cartes*, Mouton, Paris ; La Haye ; Gauthier-Villars, Paris.
- MacEachern A. M. (1995). *How maps work*. The Guilford Press, New York, London
- MacEachern A. M., Roth R. E., O'Brien J., Li B., Swingley D., Gahegan. M., (2012). Visual semiotics and uncertainty visualization: An empirical study, *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 18(12), pp. 2496–2505
- Morrison J. L.(1974). A theoretical framework for cartographic generalization with the emphasis on the process of symbolization. *International Yearbook of Cartography*, 14(1974), pp. 115–127.
- Seccia G (2014). *Elaboration d'un protocole de test pour l'évaluation de représentations cartographiques relatives à l'incertitude de points d'intérêt touristiques*. Mémoire de Master2, Sciences Cognitives Appliquées, Université Lyon2.
- Thomson J., Hetzler E., MacEachern A., Gahegan M., and Pavel M. (2005). A typology for visualizing uncertainty. In Erbacher R. F., Roberts J. C., Gröhn M. T. & Börner K., editor, *Visualization and Data Analysis 2005. Proceedings of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE)*, Volume 5669, pp.146-157.