



**HAL**  
open science

# GrAPHiST: un environnement de visualisation pour l'analyse exploratoire de données spatio-temporelles

Jacques Gautier, Paule-Annick Davoine, Claire Cuntty

## ► To cite this version:

Jacques Gautier, Paule-Annick Davoine, Claire Cuntty. GrAPHiST: un environnement de visualisation pour l'analyse exploratoire de données spatio-temporelles. SAGEO 2019, Nov 2019, Clermont-Ferrand, France. hal-02473607

**HAL Id: hal-02473607**

**<https://hal.science/hal-02473607>**

Submitted on 10 Feb 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

---

# GrAPHiST: un environnement de visualisation pour l'analyse exploratoire de données spatio-temporelles

Jacques Gautier<sup>1</sup>, Paule-Annick Davoine<sup>2</sup>, Claire Cuntty<sup>3</sup>

1. Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, LIG, 38000 Grenoble, France  
[jacques.gautier@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:jacques.gautier@univ-grenoble-alpes.fr)

2. Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Science Po Grenoble, PACTE, 38000 Grenoble, France  
[paule-annick.davoine@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:paule-annick.davoine@univ-grenoble-alpes.fr)

3. Laboratoire EVS, Université Lyon II, Lyon, France  
[claire.cuntty@univ-lyon2.fr](mailto:claire.cuntty@univ-lyon2.fr)

---

*RÉSUMÉ. L'analyse exploratoire de données décrivant des phénomènes spatio-temporels est effectuée au travers d'environnements de visualisation, majoritairement créés pour une thématique spécifique. L'augmentation du nombre de données spatio-temporelles disponibles incite au développement d'environnements "génériques", pouvant être utilisés dans différentes thématiques. À travers notre prototype nommé GrAPHiST, nous proposons une approche d'analyse exploratoire de données spatio-temporelles, permettant d'identifier différents types de dynamiques décrivant la structure de phénomènes, relatifs à différentes problématiques.*

*ABSTRACT. Exploratory analysis of data describing spatio-temporal phenomena is done through visualization environment, mainly created for a specific topic. The increase of available spatio-temporal data incites the development of "generic" environment, able to be used through different topic. With our prototype, called GrAPHiST, we propose an exploratory spatio-temporal data analysis approach, allowing the identification of different types of dynamics describing the structure of phenomena, related to different topics.*

*MOTS-CLÉS : Analyse exploratoire, Phénomène spatio-temporel, Environnement de visualisation, Dynamique spatio-temporelles*

*KEYWORDS: Exploratory analysis, Spatio-temporal phenomena, Visualization environment, Spatio-temporal dynamics*

---

## Introduction

Les environnements de visualisation, autorisant une analyse exploratoire de données spatio-temporelles, sont majoritairement créés de manière ad hoc dans le cadre d'une thématique particulière (Kaddouri *et al.*, 2014). Or, l'augmentation du nombre de phénomènes décrits par les nouvelles données spatio-temporelles à disposition incite au développement d'approches d'analyse exploratoire "génériques", pouvant être appliquées à différentes problématiques. Afin d'atteindre cet objectif, notre démarche est de passer par l'élaboration d'un environnement de géovisualisation opérationnel, GrAPHiST (pour (environnement de) Géovisualisation pour l'Analyse des PHénomènes Spatio-Temporels).

## Événement et phénomènes, dynamiques et patterns

Nous nous focalisons sur quatre types de dynamiques permettant de décrire la structure des phénomènes spatio-temporels: l'existence de pics d'intensité d'un phénomène, localisés dans l'espace et dans le temps (Figures 1.A et 1.B), l'existence de tendances localisées dans la variation temporelle de l'intensité d'un phénomène (Figure 1.C), l'existence d'une évolution spatiale d'un phénomène au cours du temps (Figure 1.D), et l'existence de récurrences cycliques localisées dans certaines zones de l'espace (Figure 1.E).

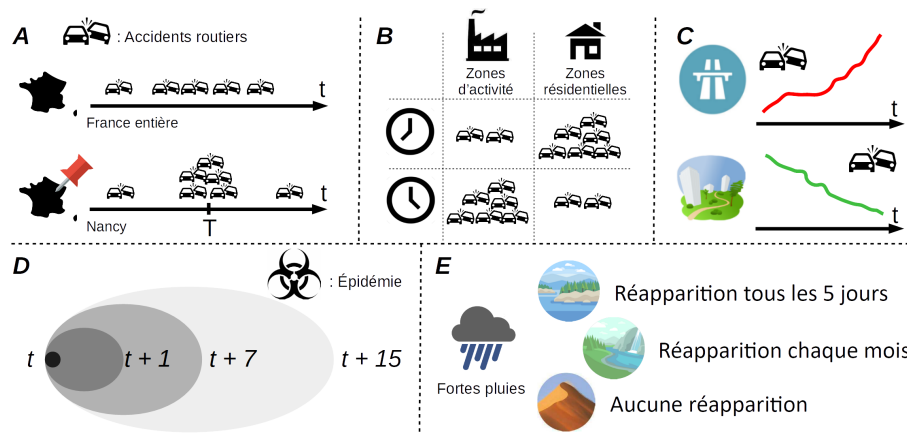


FIGURE 1. Dynamiques recherche et structures des données observées

Nous représentons le changement dans l'espace au travers de séries d'événements spatio-temporels, basés sur le Pyramid Model de Mennis (Mennis *et al.*, 2000), lui-même inspiré du Triad Model de Peuquet (Peuquet, 1994). L'événement est considéré comme un objet possédant trois composantes: spatiale, temporelle et thématique. Nous considérons le phénomène spatio-temporel comme un regroupement d'événements traitant de la même problématique, créé selon

les besoins de l'analyste. Les événements que nous représentons sont ponctuels<sup>1</sup>, sur le plan spatial et temporel. L'identification des dynamiques structurant un phénomène passe alors par l'identification de patterns dans la distribution spatio-temporelle de séries d'événements.

## GrAPHiST

GrAPHiST est un environnement de visualisation créée sous la forme d'une application Web (Figure 2). Sa structure suit celle d'un environnement à multi-fenêtrage. Les événements d'un même phénomène étant proches selon un critère thématique, l'espace graphique disponible est privilégié pour la représentation des dimensions temporelle et spatiale. Chaque fenêtre est occupée par des représentations graphiques permettant d'identifier visuellement des patterns dans les distributions temporelle et spatiale des séries d'événements.

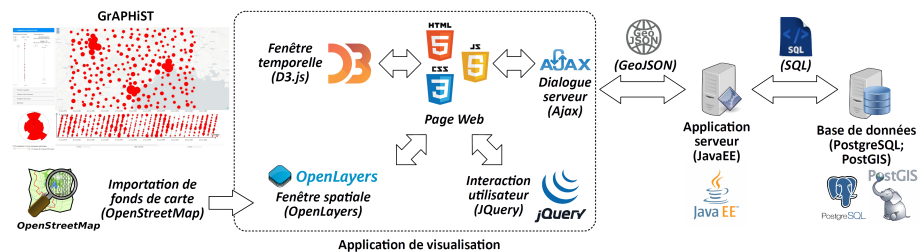


FIGURE 2. GrAPHiST

La fenêtre temporelle est occupée par deux diagrammes. Le premier est un *rose chart*<sup>2</sup> permettant d'identifier des concentrations temporelles d'événements, selon une échelle temporelle cyclique (Figure 3.A). Le second diagramme est inspiré des *Tiles Map* (Van Wijk, Van Selow, 1999). Le temps  $y$  est représenté le long de l'axe des ordonnées selon l'échelle cyclique utilisée dans le *rose chart*, et le long de l'axe des abscisses selon une échelle linéaire. Le diagramme prend la forme d'une courbe en dents de scie, chaque ligne oblique représentant une instance de l'échelle cyclique. Les événements temporellement proches sont agrégés et représentés par des entités graphiques dont la taille est fonction du nombre d'événements agrégés. Ce diagramme permet d'identifier des concentrations temporelles d'événements selon une échelle linéaire (Figure 3.B). En modifiant l'échelle cyclique  $T$  représentée de manière progressive, il permet également d'identifier des récurrences cycliques par

1. Les données auxquelles nous avons accès lors des premières implémentations étant majoritairement ponctuelles, nous avons focalisé nos premiers travaux sur ce type de donnée  
 2. Lors de futurs travaux, nous souhaitons modifier le *rose chart* afin que l'effectif des classes d'événements soit représenté par l'aire d'une section et non par son rayon.

l'observation d'alignements graphiques, visibles lorsque la durée de l'échelle cyclique représentée approche la période du cycle correspondant (Figure 3.C). Des analyses harmoniques sont effectuées en arrière-plan, afin de suggérer des pistes d'exploration pour la recherche de cycles.

La fenêtre spatiale représente l'ensemble des événements apparaissant durant la période couverte par les diagrammes temporels. Les événements spatialement proches sont agrégés et représentés par des entités graphiques dont la taille est fonction du nombre d'événements agrégés. Cette représentation permet l'identification de concentrations spatiales d'événements (Figure 3.D).

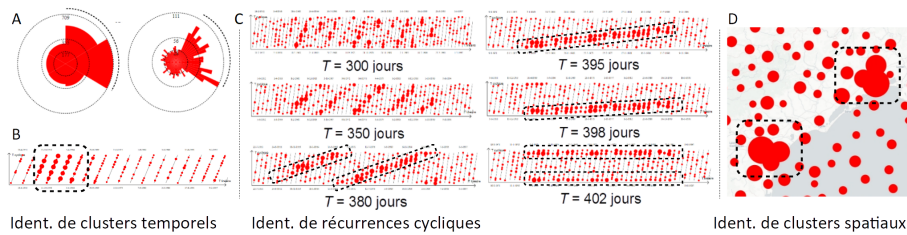


FIGURE 3. *Fonctionnement des représentations graphiques*

L'identification de patterns spatio-temporels s'effectue par la projection de l'une des composantes dimensionnelles des événements dans l'ensemble des représentations de l'interface, au moyen de règles de sémiologie. Ceci peut s'effectuer en projetant le lieu d'apparition, représenté dans la carte, dans les diagrammes temporels (entrée spatiale, Figure 4.A), en projetant le moment d'apparition linéaire, représenté dans le diagramme en dents de scie, dans la carte et le *rose chart* (entrée temporelle linéaire, Figure 4.B), ou en projetant le moment d'apparition cyclique, représenté dans le *rose chart*, dans la carte et le diagramme en dents de scie (entrée temporelle cyclique, Figure 4.C). Les événements sont classés selon différentes périodes, ou zones d'apparition, une couleur ou une valeur étant affectée à chaque classe. Dans la carte et le diagramme en dents de scie, les agrégats sont représentés sous la forme de *pie charts*, dont les sections indiquent la proportion d'événements d'une même classe.

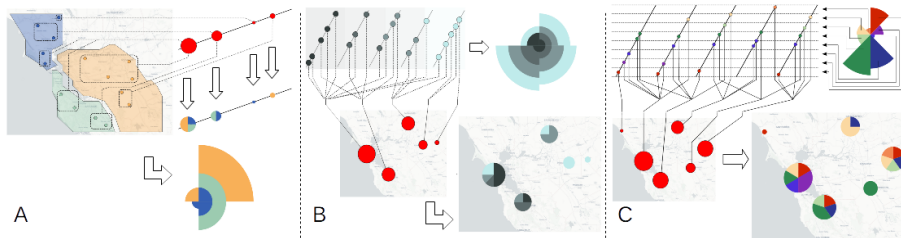


FIGURE 4. *Liens entre les représentations graphiques*

Les événements peuvent être représentés en fonction de leur moment d'apparition - linéaire si l'on souhaite observer, par exemple, les possibles propagations d'un phénomène dans l'espace - cyclique si l'on souhaite observer les comportements cycliques de ce phénomène. Dans la Figure 5 (Military History, 1989), des événements décrivant des batailles de la Guerre de Sécession sont représentés en utilisant une couleur sombre pour les événements les plus anciens, et une couleur claire pour les événements les plus récents. L'observation de gradients de couleur (Figure 5.A)) permet d'identifier un déplacement du lieu d'apparition des événements au cours du temps, correspondant ici à un déplacement des zones de combat au cours du conflit <sup>3</sup> (Figure 5.B)).

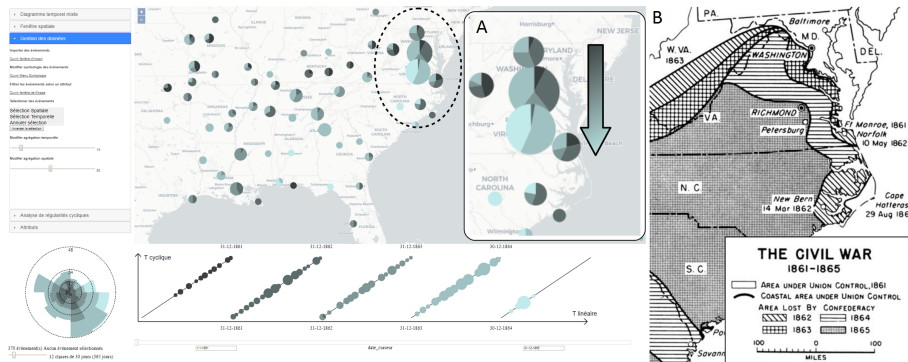


FIGURE 5. An. de batailles de la Guerre de Sécession (Military History, 1989)

L'analyse peut également s'effectuer en deux temps. Dans un premier temps, les événements peuvent être représentés selon leur dimension temporelle afin d'effectuer une analyse sans qu'une organisation spatiale des événements soit suspectée. Sur la Figure 6.A, une classification d'événements d'inondation selon leur mois d'apparition montre une concentration d'événements apparaissant en juin dans la région de Toulouse, tandis que les événements situés au nord de la Gironde apparaissent majoritairement en novembre.

À partir de ces résultats, l'analyste peut émettre une hypothèse sur un lien entre la distribution des événements et un découpage spécifique du territoire. Une seconde analyse peut être effectuée en représentant les événements selon leur dimension spatiale, au moyen de ce découpage, afin d'observer plus précisément la distribution temporelle des événements dans chaque zone. Sur la Figure 6.B, la classification des événements selon le bassin versant où ils appa-

3. Une analyse similaire peut être effectuée sur des données d'épidémiologie, afin d'identifier les axes de propagation d'une épidémie

raissent fait observer, sur le *rose chart*, une forte concentration d'inondations en juin dans bassin de Garonne, et en novembre dans le bassin de la Charente <sup>4</sup>.



FIGURE 6. Analyse d'événements d'inondation

## Conclusion

GrAPHiST <sup>5</sup> a fourni un support pour présenter nos propositions de visualisation pour l'analyse exploratoire de données spatio-temporelles (Gautier, 2018), et a été expérimenté sur des données relatives à différentes thématiques (données historiques, criminologiques, d'accidents routiers). Son approche générique nous incite à étendre ce prototype sous la forme d'une librairie JavaScript, afin de faciliter son application à différentes thématiques, voire sa réappropriation. En effet, en tant qu'environnement opérationnel, GrAPHiST représente un socle pour le développement de nouvelles méthodes de visualisation, devant permettre l'analyse d'autres dynamiques spatio-temporelles.

## Remerciements

Cette recherche a été soutenue par la Région Auvergne-Rhône-Alpes.

## Bibliographie

- Gautier J. (2018). *GrAPHiST: An exploratory analysis approach for the identification of dynamics of spatio-temporal phenomena*. Theses, Université Grenoble Alpes (France). Consulté sur <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02067484>
- Kaddouri L., Blaise J.-Y., Davoine P.-A., Mathian H., Saint-Marc C. (2014, juin). *État des lieux des représentations dynamiques des temporalités des territoires*. Research Report. UMR 7300 ESPACE ; UMR 3495 MAP - GAMSAU ; Laboratoire d'Informatique de Grenoble. Consulté sur <https://hal.inria.fr/hal-01383450>

4. L'objectif ici n'est pas d'apporter des conclusions sur les phénomènes d'inondation.

5. GrAPHiST est disponible en ligne [https://steamer.imag.fr/?page\\_id=735](https://steamer.imag.fr/?page_id=735).

## GrAPHiST

- Mennis J. L., Peuquet D. J., Qian L. (2000). A conceptual framework for incorporating cognitive principles into geographical database representation. *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 14, n° 6, p. 501–520.
- Military History U. S. A. Office of the Chief of. (1989). *The civil war 1861-1865*. ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Civil\\_war\\_1861-1865.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Civil_war_1861-1865.jpg))
- Peuquet D. J. (1994). It's about time: A conceptual framework for the representation of temporal dynamics in geographic information systems. *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 84, n° 3, p. 441–461.
- Van Wijk J. J., Van Selow E. R. (1999). Cluster and calendar based visualization of time series data. In *Information visualization, 1999. (info vis' 99) proceedings. 1999 ieee symposium on*, p. 4–9.