

Représenter les temps et les rythmes urbains

Olivier Klein, Guillaume Drevon, Luc Gwiazdzinski

► To cite this version:

Olivier Klein, Guillaume Drevon, Luc Gwiazdzinski. Représenter les temps et les rythmes urbains. Luc Gwiazdzinski; Guillaume Drevon ; Olivier Klein. Chronotopies. Lecture et écriture des mondes en mouvement, Elya Editions pp.148-160, 2017, 979-10-91336-109. <<https://www.elyascop.fr>>. <halshs-01612569>

HAL Id: halshs-01612569

<https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01612569>

Submitted on 11 Oct 2017

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.

Les temps de la ville autrefois rythmés par la cloche de l'église et la sirène de l'usine, sont aujourd'hui désuets. Dans les métropoles, une partie des activités fonctionnent en « 24/7 » (Gwiazdzinski, 2002a). Les citoyens partagent les mêmes espaces mais selon des temporalités variées. La conciliation des différents temps de la ville est devenue un enjeu complexe de société où la « *coordination des horaires ne se décrète pas* » (Gwiazdzinski, 2002b). Dans une logique de confrontation de l'offre urbaine de commerces et de services avec la demande de la population, la carte fait figure d'outil de concertation entre les parties prenantes.

Malgré quelques travaux précurseurs qui combinent l'espace et le temps dans les années 2000 (Cauvin, Gwiazdzinski, 2002), peu de recherches ont abouti à des résultats satisfaisants et généralisables. Cette carence peut être expliquée par trois aspects majeurs (Klein, 2007) : (1) une insuffisance des informations liée à la collecte des données qui était encore très lourde il y a quelques années, (2) l'absence ou l'inadaptation de la structuration de ces données et (3) des représentations bien souvent inadéquates. Le présent chapitre développe quelques pistes portant principalement sur la visualisation de données spatio-temporelles à partir d'exemples développés dans des espaces métropolitains. Ces pistes se focalisent successivement sur les représentations du temps et des mouvements.

Vers une cartographie du temps ?

Cartographes et géographes maîtrisent les représentations de l'espace mais dès qu'il s'agit de représenter le temps, tout se complexifie. Les méthodes de visualisation de données temporelles peuvent être classées en fonction des caractéristiques du temps (Andrienko et al., 2010) selon deux conceptions élémentaires, l'une linéaire et l'autre cyclique. Elles se matérialisent par la juxtaposition d'échelles temporelles (Klein, 2010) : d'une part

les temps longs de l'histoire et, d'autre part, les temps cycliques, dont la périodicité plus courte caractérise des phénomènes qui se reproduisent de manière quasi-identique à intervalles réguliers. À ces deux conceptions peuvent également se superposer des événements plus brefs mais pouvant bouleverser de manière irréversible les temps longs et/ou cycliques.

Chercher à représenter le temps n'est pas forcément une idée nouvelle. Dans *Cartographie du temps*, Rosenberg et Grafton (2013) montrent bien l'évolution progressive des « *frises chronologiques* » vers les nouvelles *timelines*. Ces diagrammes décrivant une évolution ou un changement temporel sont bien connus de tous. L'article de Monmonier intitulé *Strategies for the visualization of Geographic Time-Series Data* publié en 1990 en produit une synthèse relativement complète avec une attention plus particulière pour les données géographiques.

Traditionnellement, les séries temporelles sont représentées par des diagrammes statistiques (Figure 1a), disposant le temps sur l'axe des abscisses et une variable thématique sur l'axe des ordonnées. Il en résulte une ligne de tendance (Figure 1a) ou une série de barres représentant chaque modalité de la variable étudiée. Dans l'exemple proposé, plusieurs lignes permettent de comparer la pratique modale des frontaliers travaillant au Luxembourg et effectuant leurs déplacements selon différents modes. Cette vision linéaire du temps quotidien peut éventuellement être agencée différemment en échappant à la traditionnelle séquence démarrant à 0h et finissant à 24h.

Cette forme linéaire est dans certains cas limitative, puisqu'elle ne permet pas de visualiser la continuité de phénomènes cycliques, à l'instar de ce qui se passe autour de minuit (Antoni et al. 2012). Une représentation circulaire, bidimensionnelle ou tridimensionnelle (Figure 1b) permet de remédier à ce problème. Alors que les graphiques linéaires sont très utiles pour montrer des tendances sur un temps long, les graphes circulaires sont plus adaptés pour analyser un temps cyclique (Tominski et al., 2008, Andrienko et al., 2010, Antoni et al. 2012).

Cette visualisation circulaire permet, non seulement, de mieux prendre en compte ce qui se passe en début et en fin de cycle, mais également, de révéler la fréquence et la rythmicité de phénomènes périodiques, notamment quotidiens.

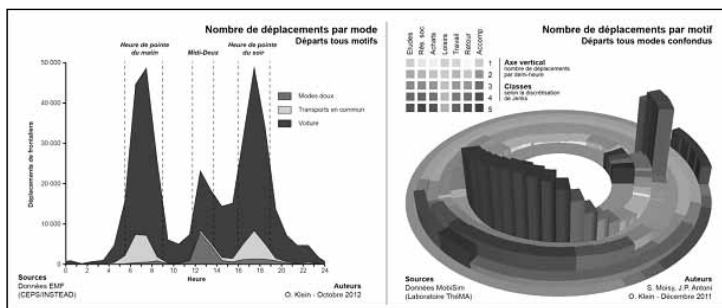


Figure 1 – Représentations graphiques de séries temporelles

En rajoutant l'espace à ces dimensions thématiques et temporelles, c'est-à-dire en cherchant à spatialiser le phénomène temporel étudié, la complexité s'intensifie nécessairement. Que l'on soit géographe, urbaniste ou architecte « *on doit faire l'effort [...] d'imaginer la ville comme un être à quatre dimensions ou un labyrinthe dans lequel l'individu se déplacerait [...] à la fois dans le temps (t) et dans l'espace (x,y,z)* » (Gwiazdzinski et al., 2001). Malgré les difficultés, le besoin d'appréhender simultanément l'espace et le temps est bien présent dans une ville où cohabitent des temps et rythmes variés.

Espace et temps, deux notions indissociables

Associer le temps et l'espace dans les représentations permet, non seulement, de spatialiser les changements de structures et les processus qui agissent, mais aussi de les rendre lisibles. La prise en compte explicite du temps en cartographie, c'est-à-dire l'ajout d'une dimension dynamique, nécessite de recourir à d'autres formes cartographiques faisant appel, entre autres, aux techniques du multimédia. Un des avantages de cette cartographie dynamique est de permettre la représentation spatiale de phéno-

mènes scandés dans le temps (Antoni et al., 2004). L'association de l'espace et du temps peut prendre deux significations (Cauvin et al., 2008). En premier, le changement peut être attributaire lorsqu'un phénomène [Z] est localisé dans un lieu donné [XY] constant à différents temps $[t_1, t_2, \dots, t_n]$ et que le contenu associé peut varier (Figure 2a). C'est le cas lors d'une analyse de la fréquentation de commerces pour une journée de semaine. La position des commerces est fixe et pour chaque tranche horaire, le nombre de clients peut varier. En second, le changement peut affecter la composante spatiale lorsqu'un phénomène [Z] est localisé en $[X_1Y_1]$ au temps $[t_1]$ et en un autre lieu $[X_2Y_2]$ au temps $[t_2]$. Ce changement de position ou de géométrie (Figure 2b) implique un déplacement et un mouvement. La localisation successive des différents lieux d'activités d'un frontalier français travaillant au Luxembourg illustre ce cas de figure. Le mouvement correspond donc à un changement de position dans l'espace en fonction du temps par rapport à un système de référence.

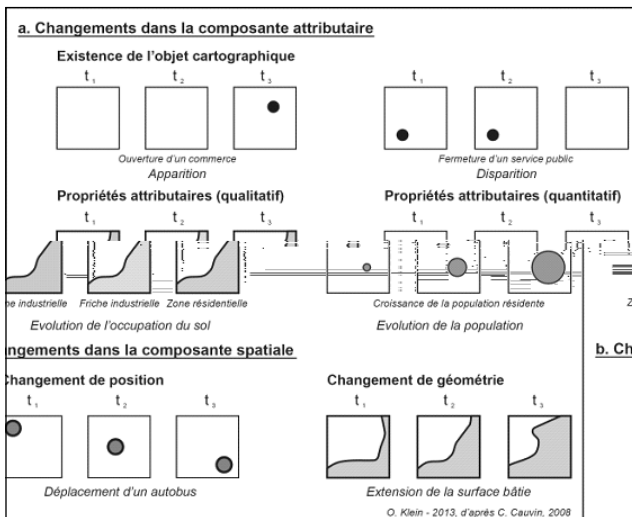


Figure 2 – Représenter les changements attributaires et spatiaux

Les représentations cartographiques associées à ces deux formes principales de changement peuvent s'avérer complexes à élaborer. En effet, les solutions classiques issues de la sémiologie graphique semblent bien modestes face à ces données multidimensionnelles. Des auteurs émettent toutefois quelques propositions. Dès 1967, Bertin présente trois propositions avec des objectifs bien spécifiques : la construction d'une série d'images où chaque image correspond à un temps t distinct, la division du temps en catégories ordonnées, ou l'utilisation de flèches et traces orientées. Ces propositions ont été reprises, complétées et structurées par Vasiliev (1996 et 1997) qui propose une classification croisant des dimensions géométriques (point, ligne, surface) et des catégories de temps (moment, durée, temps structurant, temps comme distance et espace comme horloge). De toute évidence et malgré tous ces efforts, la sémiologie graphique a beaucoup de difficultés à figer la dynamique du temps. Aussi, il est indispensable d'augmenter les dimensions mobilisées dans les représentations. L'idée générale de représenter le temps par le temps a été rendue techniquement possible par l'informatique et le multimédia qui ouvrent sur la 3D, l'interactivité et/ou l'animation. La combinaison de plusieurs de ces solutions permet par exemple de créer des animations 3D qui ajoutent à la largeur (x) à la hauteur (y) et à la profondeur (z), une dimension supplémentaire, la quatrième dimension temporelle (t) dont la variation explicite le changement. Par ailleurs, l'intégration de degrés d'interactivité plus ou moins complexes permet d'introduire des échanges homme-machine et utilisateur-carte, plus ou moins élaborés. L'interactivité bouleverse le schéma classique de communication en changeant le statut du destinataire final de la carte qui n'est plus un lecteur passif mais un acteur qui peut directement interagir avec la carte (Antoni et al., 2004). Dans ces approches renouvelées, le rôle même de la carte change. Le message à transmettre n'est plus forcément connu dès la conception. La représentation permet de stimuler l'imagination et d'aller plus loin. Cette démarche s'appuie sur les principes issus de la visualisation scientifique, dénommée « géovisualisation » dans le cadre de la visualisation de données géographiques. Elle renforce les

méthodes scientifiques existantes en ayant recours à des procédés visuels qui intègrent le processus de recherche. Dans notre contexte, l'objectif principal de cette géovisualisation est d'aider à identifier et à révéler des phénomènes spatio-temporels.

Représenter les changements spatiaux

De manière classique, la visualisation des mouvements des individus est communément exprimée sous la forme de flux qui relie origines et destinations, exprimant ainsi une masse en mouvement selon une trajectoire matérialisée ou non. Bien que très communes, ces représentations sont encore graphiquement problématiques et souffrent d'un problème de lisibilité dès que le nombre de lieux concernés augmente. Une autre alternative consiste à se focaliser sur les déplacements individuels en cherchant à visualiser de manière désagrégée ces mouvements. Les représentations obtenues permettent à l'utilisateur final d'analyser directement les mouvements des individus, soit de manière globale – dynamique de l'ensemble des points – soit individuelle – suivi d'un point particulier. Dans le cadre des déplacements liés à une rencontre de football au stade Bonal de Sochaux-Montbéliard (Figure 3), la visualisation de points mobiles représentant les déplacements des individus produit une image globale de l'impact de l'événement sur le territoire considéré.

Ce type d'animation appréhende différemment les mouvements en s'inscrivant dans un processus d'analyse exploratoire de données, qui permet de révéler des formes spatiales, des tendances ou des clusters spatio-temporels. L'objectif de ces visualisations est double : identifier des formations spatiales à un moment du temps (état) et/ou comparer des formes spatiales évoluant dans les temps (processus). Pour ce faire, il est essentiel de pouvoir utiliser un environnement informatisé hautement interactif et multimédia. La combinaison de cartes interactives, de graphiques et de tableaux permet à l'utilisateur d'appréhender le jeu de données de multiples façons. L'utilisateur final est alors en mesure d'analyser directement les mouvements, selon ses intérêts particuliers, dans un espace ou pour un itinéraire spécifique

en fonction des heures de la journée. Dans une logique d'aide à la décision, de tels produits permettent de mieux comprendre et de mieux appréhender des questions complexes comme la congestion d'axes routiers. Couplé à un système multi-agent, ce type de représentation permet même de simuler la création de nouvelles infrastructures, la mise en place de solutions alternatives de transport ou des solutions d'ajustements d'horaires tels que ceux prônés par les bureaux, agences ou maisons du temps.

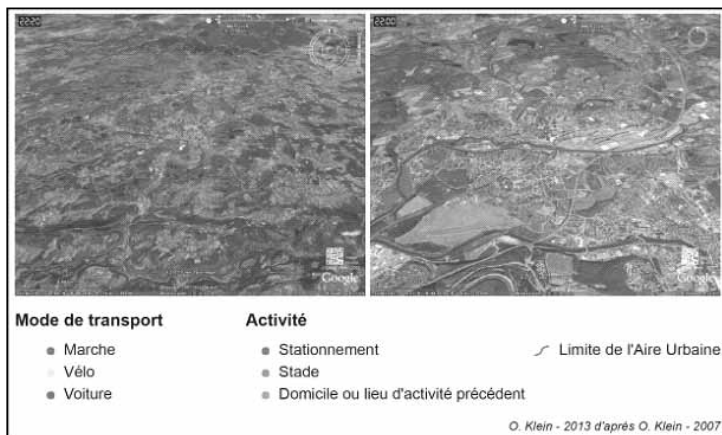


Figure 3 – Des points mobiles pour une visualisation analytique

À l'opposé de l'approche précédente, l'utilisateur peut chercher à connaître les conséquences directes des mouvements des individus. Cette vision plus macroscopique permet de connaître l'occupation réelle et ses variations au cours du temps, dépassant les approches cartographiques classiques et plutôt réductrices qui montrent simplement des cartes de populations au lieu de résidence, des cartes de nuit ou « *nyctocartes* ». Cette forme de visualisation s'avère plus adaptée à la gestion et l'organisation de nos métropoles pour connaître le comportement des individus là où ils vivent plutôt que là où ils dorment. Toute variation de densité de population se matérialise sur l'animation en ayant recours à la variable visuelle valeur avec un gain en intensité qui témoigne d'un gain en densité, et inversement. De telles représentations

(Figure 4) des densités présentiellelles d'habitants temporaires mettent en évidence la localisation et la concentration des habitants de zones périphériques qui travaillent dans les pôles urbains les plus proches. La Figure 4 permet de localiser deux populations d'actifs sur deux faisceaux métropolitains : le faisceau transfrontalier Thionville-Luxembourg et le faisceau Voiron-Grenoble. La comparaison des densités présentiellelles au cours d'une journée type de travail montre une relative synchronisation des comportements. Toutefois, les actifs voironnais ont davantage tendance à réaliser des activités en soirée dans l'agglomération grenobloise que les frontaliers à Luxembourg mettant en évidence un certain « effet frontière ».

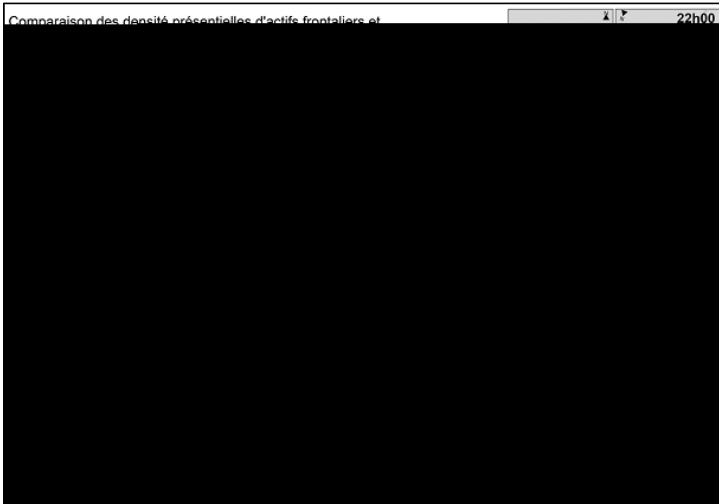


Figure 4 – Densités présentiellelles

Comme en témoigne les deux exemples présentés dans ce chapitre, les progrès technologiques intégrés aux nouvelles formes de représentations apportent une véritable valeur ajoutée à l'étude des temps quotidiens. L'image est au cœur de la démarche et du raisonnement. Cette analyse visuelle – « *Visual Analytics* » – met l'accent sur le raisonnement analytique facilité par l'usage d'interfaces visuelles et interactives. Elle permet de multiplier les

types de représentations et de diversifier les approches en fonction des besoins. Ces outils constituent une aide à la réflexion appréciable pour rendre appropriables au plus grand nombre des systèmes complexes et, si nécessaire, imaginer d'autres solutions plus adaptées.

Conclusion

Avec l'informatisation de l'ensemble du processus de conception cartographique, nous faisons face à un changement de paradigme passant de la cartographie à la géovisualisation. C'est la fonction même de la carte qui change pour devenir interactive, ouverte et directement modifiable par l'utilisateur final.

Désormais, nous ne produisons plus une seule carte à usages multiples, mais plusieurs cartes avec pour chacune d'elles des objectifs bien spécifiques. Dans cette ère de « la carte à jeter » à usage unique, il est indispensable de pouvoir disposer de bases de données adaptées et structurées contenant des objets localisés dans l'espace et dans le temps. Bien que l'*Open Data* et le *Volunteer GIS* permettent d'accéder de plus en plus facilement à un large éventail de données, les données temporelles structurées restent encore trop rares. La question n'est pas seulement technique mais sociétale et passe notamment par la mise en place d'audits urbains combinant les dimensions spatiales et temporelles.

Ces représentations du temps et des mouvements réclament également les dernières solutions technologiques issues de la recherche encore peu disponibles dans les solutions logicielles commercialisées. Le développement de nouvelles « *plateformes d'innovation territorialisées* » et « *d'écosystèmes locaux d'intelligence territoriale* » sur les thématiques du temps, de l'espace, des mobilités et de la fabrique de la ville permettrait de réduire la distance et l'intervalle de temps entre la recherche et l'utilisation opérationnelle, rendant possible l'invention et l'innovation, tout en donnant accès à ces services au plus grand nombre.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRIENKO, G., ANDRIENKO N., DEMSAR, U., et al. (2010). Space, time and visual analytics. *International Journal of Geographical Information Science*, 24 (10), 1577-1600
- ANTONI, J.P., KLEIN, O., MOISY, S., (2012). La discrétisation temporelle. Une méthode de structuration des données pour la cartographie dynamique. *Cartes & Géomatique, Revue du Comité Français de Cartographie*, 213, 27-31.
- ANTONI, J.P., KLEIN, O., MOISY S. (2004). Cartographie interactive et multimédia : vers une aide à la réflexion géographique. *Cybergeo : European Journal of Geography*. (288).
- BERTIN, J. (1967). *Sémiologie graphique*. Paris : Gauthier Villars et Mouton.
- CAUVIN, C., ESCOBAR, F. ET SERRADJ, A. (2008). Cartographie Thématique 5. Des voies nouvelles à explorer. Paris : Hermès-Lavoisier.
- CAUVIN C., GWIAZDZINSKI L., 2002, « Représenter l'espace, représenter le temps », in BOULIN J.-Y., DOMMERGUES P., GODARD F., *La nouvelle aire du temps*, Editions de l'Aube, DATAR, pp. 63-91
- GWIAZDZINSKI, L. (2002a). *La ville 24 heures sur 24*. Paris : Editions de l'Aube, DATAR
- GWIAZDZINSKI, L. (2002b). La Maison du Temps et de la Mobilité de Belfort. In Boulin J.Y., Dommergues P., Godard F. (Ed.). *La nouvelle aire du temps* (pp 223-241). Paris : Editions de l'Aube, DATAR.
- GWIAZDZINSKI L., 2001, « Le temps a rendez-vous avec l'espace », in *Espaces, temps, modes de vie, nouvelles cohérences urbaines*, 2001, Fédération nationale des Agences d'urbanisme, pp. 258-259
- KLEIN, O. (2010). Visualiser les mobilités quotidiennes : vers d'autres modes de représentations. In Banos A., et Thévenin T. (Ed.). *Systèmes de transport urbain. Caractérisation de l'offre et estimation de la demande* (pp 145-186). Paris : Hermès-Lavoisier.
- KLEIN, O. (2007). *Modélisation et représentations spatio-temporelles des déplacements quotidiens urbains. Application à l'Aire Urbaine Belfort-Montbéliard*. Thèse de doctorat. Université de Louis Pasteur. Strasbourg. France.
- MONMONIER, M. (1990). Strategies for the visualization of geographic time-series data. *Cartographica*, 27(1), 30-45.
- ROSENBERG, D., GRAFTON A. (2013). *Cartographie du temps : Des frises chronologiques aux nouvelles timelines*. Paris : Eyrolles.

TOMINSKI, C., SCHUMANN, H. (2008). Enhanced interactive spiral display. In *Proceedings of the annual SIGRAD conference*. Stockholm.

VASILIEV, I. R. (1996). Design issues to be considered when mapping time . In Wood C. H., Clifford H., Keller C. P. (Ed.) *Cartographic Design. Theoretical and Practical Perspectives* (pp 137-145). New-York : John Wiley & Sons.

VASILIEV, I. R. (1997). Mapping Time. *Cartographica*, 34 (2), 1-50.