



HAL
open science

Cartographie et analyse visuelle des émotions associées à des déplacements quotidiens

Armelle Couillet

► **To cite this version:**

Armelle Couillet. Cartographie et analyse visuelle des émotions associées à des déplacements quotidiens. *Le Monde des Cartes*, 2013, 217, pp.37-47. hal-01011094

HAL Id: hal-01011094

<https://hal.science/hal-01011094v1>

Submitted on 23 Jun 2014

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.

CARTOGRAPHIE ET ANALYSE VISUELLE DES ÉMOTIONS ASSOCIÉES À DES DÉPLACEMENTS QUOTIDIENS

par Armelle Couillet

Laboratoire ThéMA, UMR 6049 CNRS-Université de Franche-Comté
30-32, Rue Mégevand
25030 Besançon cedex
armelle.kaufmant-couillet@univ-fcomte.fr

Les méthodes d'analyse visuelle constituent un ensemble d'outils qui permettent de traiter les données de plus en plus nombreuses notamment celles concernant les déplacements de la population. Nous en faisons usage ici afin d'analyser les déplacements quotidiens intra-urbains caractérisés par des émotions qui leur sont associées. Cette étude s'insère dans le cadre du projet FEDER ODIT (Observatoire des dynamiques industrielles et territoriales) qui fait suite à l'ANR ECDESUP (l'évaluation, le choix et la décision dans l'usage des espaces urbains et périurbains, www.ecdesup.org/). Ce projet interdisciplinaire nous a permis d'avoir accès à des données obtenues grâce à une enquête réalisée dans l'aire urbaine de Besançon. Le premier objectif est de mettre en évidence des espaces qui se différencient en fonction de la présence d'émotions différentes (plutôt positives ou plutôt négatives), en fonction du jour de la semaine, ou encore de l'heure à laquelle les déplacements sont réalisés. Le second objectif est d'apporter des éléments d'explication aux différences observées ; sont-elles le fait du lieu de départ ou de la destination, de l'objectif du déplacement engagé, où encore du moment pendant lequel il a cours ? Les premiers résultats qui mettent en évidence une différenciation spatiale de la répartition des émotions suggèrent également que ni l'objectif du déplacement, ni la période pendant lequel il a lieu, traités de façon isolée, ne peuvent expliquer ces différenciations spatiales.

1 Introduction

La méthode développée ici s'inscrit résolument dans le champ de l'exploration visuelle de l'information (Fekete et al. 2008) et du traitement graphique de l'information (J. Bertin, 1977). Il s'agit de tendre vers « un niveau supérieur de l'information » c'est-à-dire de permettre à l'humain d'analyser, d'extraire d'un ensemble complexe les informations importantes et finalement d'aboutir à plus de connaissance. Concrètement, cela se traduit par une réduction de la quantité d'informations par des regroupements successifs, autrement dit par la mise en place d'un processus d'agrégation visant à promouvoir l'abstraction et la généralisation (Andrienko et al. 2010). Si depuis la parution de l'ouvrage de J. Bertin en 1977 l'accès aux données et les possibilités de traitement de l'information, grâce à la microinformatique, se sont largement démocratisés et multipliés, les principes fondamentaux et les étapes du traitement visuel restent d'actualité.

Face aux possibilités d'acquisition de quantités énormes de données, la question est posée de leur intelligibilité et c'est éminemment le cas pour les informations relatives aux déplacements quotidiens, intraurbains, des individus. Les méthodes d'analyse visuelle qui combinent des techniques d'analyses automatisées avec des visualisations interactives constituent un atout considérable pour aboutir à une compréhension efficace du phénomène étudié. Elles vont permettre de synthétiser l'information, de mettre en évidence ce qui est attendu, de faire surgir ce que les données peuvent cacher et enfin de communiquer des résultats efficacement pour aider à l'action (D. Keim et al. 2008).

Depuis le milieu des années 2000 des recherches menées dans le cadre de programmes d'envergure (the GeoPKKD programme 2005) ou non (Andrienko G. et al. 2007, Schreck T. et al. 2009, Q. Ho, 2009) ont permis d'aboutir à des propositions méthodologiques d'analyse visuelle efficaces conduisant à une meilleure compréhension des structures spatiales

des mouvements de population. Toutes ces méthodes, s'appuient sur trois principes de bases: agrégation spatiale (**S**), agrégation temporelle (**T**), agrégation attributive (**A**) (Fredrikson *et al.* 1999). Le choix du type d'agrégation est conditionné par la question à laquelle on souhaite répondre et il peut être multiple, rendu plus ou moins complexe avec la combinaison des trois principes (Andrienko *et al.* 2010).

La question à laquelle on a tenté de répondre ici est : est-il possible de mettre en évidence une structure spatiale (**S**) de la répartition d'émotions associées (**A**) à des déplacements quotidiens individuels (**T**) ?

2 Contexte et disponibilité de l'information

2.1 L'acquisition de l'information

L'étude menée en 2010 dans le cadre du projet ECDESUP a concerné les déplacements quotidiens de 250 personnes sur une période de sept jours et dont le lieu d'habitation se situe à l'intérieur de la zone définie par les limites du « Grand Besançon » (fig. 1).

Chaque individu ayant accepté de participer à l'enquête sur la mobilité quotidienne était équipé d'un carnet de bord à remplir : tout déplacement devait être noté et renseigné selon une origine et une destination, suivant le jour de la semaine, l'heure de départ, l'heure d'arrivée, le motif du déplacement, le mode de déplacement.

Toute destination devait être localisée avec plus ou moins de précision selon le choix de la personne (à l'adresse, à la rue, mais sur une zone dont le code correspondait à l'une des mailles d'un quadrillage superposé à la carte du secteur d'étude).

L'heure de départ d'un endroit et l'heure d'arrivée dans le suivant étaient renseignées à la minute.

Une liste de motifs de déplacement (42 propositions) était fournie avec le carnet de bord afin de permettre à chacun d'établir une réponse la plus concise possible. Ces motifs pouvaient être regroupés en huit grandes classes non délivrées aux enquêtés : activité familiale, achat, activité sociale, rendez-vous médical ou paramédical, démarche administrative, activité principale (formation travail), retour au lieu de résidence et enfin activité n'appartenant à aucune des précédentes catégories.

Le mode utilisé pour le déplacement pouvait se

décliner ainsi : à pied, à vélo, en deux roues motorisé, en bus, en train, en voiture particulière.

Aussi, pour approcher une dimension subjective des mobilités, les chercheurs ont décidé de recueillir les émotions associées à chacun des déplacements. Une fiche émotions établies au préalable était mise à disposition afin de guider les individus dans leur choix afin de qualifier au mieux l'émotion à associer au déplacement (fig. 2). Cependant il était spécifié que cette fiche n'était qu'une proposition et que d'autres termes absents de la fiche pouvaient être utilisés s'ils semblaient plus appropriés.

2.2 Structuration des informations

Une fois les enquêtes terminées, les renseignements recueillis ont été intégrés dans un fichier *excel*. Un fichier a été créé pour chacun individu : on retrouve dans chaque fichier sept feuilles qui correspondent au sept jours de la semaine ; dans chaque feuille, une ligne se rapporte à un déplacement avec en colonne les éléments de caractérisation.

Afin de rendre exploitables ces informations, un travail de vérification et de structuration s'est avéré nécessaire. En premier lieu, un identifiant unique, constitué du numéro de l'individu, du jour de la semaine et du numéro d'ordre que le trajet a pris dans la journée, a été octroyé à chaque déplacement. Cet identifiant a permis par la suite de classer les déplacements par individu mais aussi selon un ordre chronologique. Cette étape s'est avérée fastidieuse en raison du grand nombre d'incohérences répertoriées dans les fichiers. Pour exemple, des retours de soirées après minuit étaient souvent datés du même jour que le début de l'événement. Ce long travail de recensement (et de correction) des imprécisions justifie le fait qu'à ce jour, cette présentation ne concerne que 80 personnes sur les 250 individus enquêtés. Cependant, l'établissement de cet inventaire des imprécisions rencontrées permettra de générer plus rapidement une véritable base de données.

Finalement, tous les déplacements de tous les individus (80) ont été assemblés dans un même fichier, sans risque de confusion du fait de leur identifiant unique.

2.3 Géolocalisation

L'adresse de résidence des personnes enquêtées ainsi que tous les lieux fréquentés ont fait l'objet d'un géoréférencement¹. Les coordonnées géographiques

¹Cette étape a été réalisée en ligne: <http://www.batchgeocodeur.mapjnz.com/>

obtenues ont permis de générer un fichier de forme (Shapefile), point de départ de toute analyse visuelle spatialisée (les étapes de constitution des fichiers de forme ont été réalisées dans Arcgis, en s'appuyant souvent sur les fonctionnalités de l'extension *hawthtools*: <http://www.spatialecology.com/htools/tooldesc.php>).

Une fois toutes les destinations (qui sont également *origine*) localisées dans l'espace, chacune d'entre elles a été reliée par un trait à la suivante, selon un ordre chronologique (pour tout individu, le lieu x_1 du jour j_1 est relié par un segment au lieu x_2 du jour j_1 ... enfin, le lieu x_{n-1} du jour j_7 est relié au lieu x_n de j_7). Les segments sont la représentation des déplacements à vol d'oiseau puisque nous ne disposons pas, dans le cadre de cette étude, de précisions sur le choix des voies privilégiées lors des déplacements. Cela ne constitue pas pour autant une gêne puisque notre objectif n'est pas de mettre en évidence des lieux d'engorgement de la circulation, mais d'identifier des secteurs de charges émotionnelles différenciées.

Au final nous obtenons une carte de l'ensemble des trajets réalisés sur une semaine (fig. 3) mais qui ne permet aucune mise en évidence de structure spatiale particulière en l'état.

3 Agrégation et cartographie

3.1 Méthode

S'inspirant de la méthode d'agrégation développée par G. Andrienko et al. 2008, et des travaux réalisés par M. Orhan (1998), une grille régulière en forme de nid d'abeille (hexagonale)² est plaquée sur l'ensemble des trajets spatialisés (fig. 4).

Dans le cas présent, l'intention n'est pas de connaître la concentration de la population en un lieu donné, mais de montrer les espaces de concentration des déplacements : c'est donc la ligne représentant le déplacement qui est découpée selon les limites de la cellule. La base de l'agrégation spatiale (**S**) est la cellule dans laquelle sont comptabilisés les tronçons des segments.

Du fait que les tronçons obtenus conservent les caractéristiques attributaires du trajet original, il est possible d'agréger les informations selon la dimension temporelle (**T**) ou tout autre critère (**A**) caractérisant le tronçon, comme l'émotion qui y est associée.

3.2 Cartographie

Suivant les combinaisons offertes par la méthode d'agrégation décrite ci-dessus, deux cartes de localisation des émotions sont élaborées (**SxA**)³. L'une correspond à la spatialisation des émotions plutôt positives (fig. 5), la seconde correspond à la spatialisation des émotions plutôt négatives (fig. 6).

Une première lecture comparée de ces deux cartes montre clairement l'existence d'un nombre plus important d'émotions positives associées aux déplacements. Surtout, on observe que la répartition spatiale des deux groupes est très différente : les espaces situés à gauche d'une ligne orientée NO/SE se révèlent comme étant propices à des émotions positives, contrairement à ceux positionnés à droite de cette ligne. On constate également que les plus forts taux d'émotions positives ou négatives se localisent plutôt sur la périphérie de la ville ; le centre ville et les zones proches du centre ville possèdent quant à elles des valeurs proches de la moyenne. Cette cartographie met en évidence une forme d'organisation spatiale des émotions associées lors des déplacements quotidiens, avec une dichotomie Ouest/Est d'une part, et l'existence d'une structure centre périphérie avec une concentration des émotions positives et négatives qui augmente plus on s'éloigne du centre ville.

Pour visualiser la répartition spatiale des émotions ressenties tout au long d'une journée, les tronçons sont comptabilisés non seulement en fonction de leur localisation, mais aussi selon l'intervalle de temps pendant lequel le trajet débute (**SxTxA**). L'agrégation temporelle est réalisée selon un pas de temps de deux heures (fig. 7).

Nous ne nous sommes pas attardés ici sur la pertinence du choix de la granulométrie temporelle (et de sa variabilité) qui constitue un axe de recherche à lui seul (Antoni *et al.*, 2012); nous avons empiriquement considéré que ce pas de deux heures permettait d'isoler les moments forts de la journée à savoir le départ du domicile, les déplacements lors de la pause déjeuner et enfin le retour au domicile en fin de journée. Effectivement, ces cartes montrent que le plus grand nombre des déplacements s'effectuent le matin avant 9 h, entre 11h et 13h, enfin, entre 17 et 19h. De façon surprenante le créneau 13h-15h apparaît également comme chargé, phénomène confirmé par le graphique de répartition du nombre de tronçons répertoriés tout au long de la journée (fig. 8).

2 Une grille en forme de nid d'abeille a été préférée à un carroyage en prévision de calculs ultérieurs : une grille hexagonale permet d'effectuer des calculs de voisinage en minimisant les erreurs.

3 Les jours de fin de semaine, samedi et dimanche ont été exclus dans la mesure où ils sont particuliers.

Les figures 7 et 8 montrent qu'une majorité d'émotions positives sont associées aux déplacements à partir de 9h le matin et ce, jusqu'à la fin de la journée. Cependant, ce n'est pas le cas lors du premier pas de temps (7h-9h) : ce phénomène est clairement identifiable dans l'hyper centre de Besançon, au sein de la *Boucle* chère au bisontins.

Pour ce qui est de la répartition spatio-temporelle des émotions, on observe que celles qui sont plutôt positives conservent une organisation similaire à celle observée sur la figure 5, elles se localisent principalement à l'ouest de la ligne définie auparavant. Si pour les émotions négatives on observe que c'est sur le secteur est qu'elles apparaissent le plus souvent, on ne peut identifier d'organisation spatiale permanente, la forme prise par la localisation étant différente pour chaque créneau horaire.

4 Hypothèses et discussions

Ces premiers essais de visualisation ont permis de mettre en évidence plusieurs phénomènes : les individus associent une majorité d'émotions positives à leurs déplacements ; spatialement, une structure spatiale dichotomique émerge avec un Ouest marqué par les émotions positives, un Est par les émotions négatives ; cette structure spatiale reste relativement stable au long de la journée avec l'exception notable du Centre Ville auquel est associée une large majorité d'émotions négatives en tout début de journée uniquement.

4.1 Une majorité d'émotions positives

Si la supériorité numérique des émotions positives associées aux déplacements est vérifiée (60 % des émotions exprimées), nos compétences ne nous permettent pas d'apporter une explication scientifique à ce phénomène. Cependant, nous pouvons émettre une hypothèse qui s'appuie sur la théorie de la dissonance cognitive (Festinger, 1957) défini comme « un état de tension désagréable dû à la présence simultanée de deux cognitions (idées, opinions, comportements) psychologiquement contradictoires ». Plus simplement, et peut-être même de façon simpliste, on peut dire qu'il est difficile aux individus d'exprimer des émotions négatives alors même que leur espace de vie est vécu comme une obligation. Dans les mois à venir cette hypothèse devra être confrontée à la théorie par les psychologues du groupe ECDESUP⁴.

4.2 Ouest/Est, positif/négatif

La dichotomie ouest/est mise en évidence par les figures 5 et 6 exprime des similarités avec l'actuelle dynamique spatiale du *Grand Besançon* en termes d'évolution démographique, mais aussi de développement économique : alors que l'ouest s'accroît, l'est est plutôt en stagnation, voire en déclin. D'ailleurs, le tracé de la première ligne de tramway qui ouvrira fin 2014 a été pensé notamment dans le cadre d'une requalification de l'entrée Est de Besançon.

Nous émettons alors l'hypothèse de l'existence d'une corrélation entre le secteur de résidence des individus et le type d'émotion exprimé. On suppose que les personnes qui résident à l'ouest de la zone étudiée ont plus tendance à exprimer des émotions positives et inversement pour les personnes qui résident dans l'est.

Un graphique de répartition du type d'émotion exprimé lors des déplacements a été réalisé en distinguant le secteur de résidence des individus. Nous avons distingué trois secteurs, l'Ouest (29 personnes), le centre ville (24 personnes) et l'Est (27 personnes) (fig. 9).

Ce graphique montre que les émotions positives sont associées à plus de 60 % des déplacements quel que soit le secteur du lieu de résidence des individus. Ce qui différencie le plus ces trois secteurs est la proportion d'émotions non exprimées ; elle est quasiment inexistante dans le centre ville (1 %), elle est de 9 % dans l'ouest mais du double dans l'est (18 %).

Si ce graphique ne permet pas de déduire que les résidents de l'Ouest associent plus d'émotions positives à leurs déplacements quotidiens, il permet de montrer que ceux de l'Est sont plus enclins à ne pas s'exprimer à ce sujet. Là encore il sera intéressant d'étudier ce refus d'expression dans le cadre de la théorie de la dissonance.

4.3 Un centre ville peu apprécié le matin

Besançon, capitale administrative de la région Franche-Comté se caractérise par une forte proportion d'emplois liés au secteur tertiaire, localisés principalement au centre de la ville. On y trouve les directions des principales entités administratives, un pôle universitaire, un centre hospitalier universitaire (relocalisé dans le secteur Ouest de la zone d'étude depuis que les enquêtes ont été réalisées)... Le matin, c'est donc un flux important d'employés qui

⁴Le travail présenté ici est le premier pour ce qui concerne l'exploitation des informations contenues dans les carnets de bord du projet.

prennent la direction du centre ville pour se rendre sur leur lieu de travail. Aussi, il est probable que ce soit le motif du déplacement qui provoque cette bascule des émotions associées entre les créneaux 7h-9h et 9h-11h. Pour vérifier cette idée, les informations relatives au motif du déplacement dans le centre ville ont été représentées par un graphique suivant le pas de temps défini en amont. Les figures 10 et 11 distinguent les motifs de déplacement selon qu'ils sont associés à des émotions négatives ou à des émotions positives.

Ces graphiques permettent de vérifier que les déplacements réalisés au centre ville sont en majorité associés à des émotions positives ; surtout, ils permettent d'affirmer clairement que le rôle du motif semble essentiel lors de la qualification émotionnelle du déplacement le matin entre 7h- et 9h. Si cette explication semble pertinente, on peut aussi supposer qu'un trafic dense le matin contribue à caractériser les déplacements de façon négative.

5 Conclusion et perspectives

Une approche basée sur l'analyse visuelle de l'information a permis de mettre en évidence des varia-

tions dans les répartitions spatiale et temporelle des émotions ressenties lors des déplacements quotidiens des personnes enquêtées.

Si l'on considère la boucle de présentation des étapes de l'analyse visuelle mise en place par Wijk, 2005 (fig. 12), nous nous situons au niveau de la phase *Exploration et Analyse*. D'autres méthodes de traitement de l'information comme l'analyse spatiale ou l'analyse statistique constitueront des appuis essentiels pour une meilleure compréhension de la répartition spatiale des émotions lors des déplacements quotidiens.

Nous projetons de poursuivre l'exploration des informations contenues dans les carnets de bord, et notamment de vérifier si les émotions exprimées diffèrent en fonction des lieux fréquentés (lieu d'origine et lieu de destination). Nous tenterons également de prendre en compte la longueur des trajets, leur durée mais aussi le mode de déplacement utilisé. Nous pensons que ces éléments ont une influence sur le type d'émotion associé lors des déplacements.

Bibliographie

- Andrienko G., Andrienko N., and Wrobel S.** (2007). « Visual Analytics Tolls for Analysis of Movement Data ». *ACM SIGKDD Exploration*, 9(2):28-44.
- Andrienko G., Andrienko N., Kopanakis I., Ligtenberg A., and Wrobel S.** (2008). Visual Analytics Methods for Movement Data. In: *Mobility, Data Mining and Privacy: Geographic Knowledge Discovery* / Giannoni, F., Pedreski, D., . - New York: Springer-Verlag.
- Andrienko G., Andrienko N.** (2010). « A General Framework for Using Aggregation in Visual Exploration of Movement Data ». *The Cartographic Journal*, 2010, The 41(1), 22-44.
- Antoni JP. Kleim O., Moisy S.** (2012). « La discrétisation temporelle : une méthode de structuration des données pour la cartographie dynamique ». *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, n°212.
- Bertin, J.** (1977). *La graphique et le traitement graphique de l'information*. Paris: Flammarion.
- Chernoff, H.** (1973). « The use of faces to represent points in k-dimensional space graphically ». *Journal of the American Statistical Association*, 68 (#342): 361-368.
- Fekete JD. et al.** (2008). « The Value of Information Visualization ». In A. Karen et al. (Eds.): *Information Visualization*, LNCS 4950. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Festinger, L.** (1957). *A Theory of Cognitive Dissonance*. Stanford university Press.
- Fredrikson, A., North, C., Plaisant, C., & Shneiderman, B.** (1999). « Temporal, geographical and categorical aggregations viewed through coordinated displays: a case study with highway incident data ». Proceedings of the 1999 workshop on new paradigms in information visualization and manipulation in conjunction with the eighth ACM international conference on Information and knowledge management, NPIVM '99 (p. 26-34). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/331770.331780.
- GeoPKDD final report of WP1 2005, www.geopkdd.eu/files/dev_public/D1.6.pdf
- Keim D. et al.** (2008). « Visual Analytics: Definition, Process, and Challenge ». In A. Karen et al. (Eds.): *Information Visualization*, LNCS 4950. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Ho Q., H. Nguyen P., Åström T., Jern M.** (2011). « Implementation of a Flow Map Demonstrator for Analyzing Commuting and Migration Flow Statistics Data ». *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 21, 2011, p. 157-166.
- Nuñez J. J. R. et. al.** (2011). « Updating Research on Chernoff Faces for School Cartography ». In A. Ruas (Ed.):

Advances in Cartography and GIScience. Volume 2 (Vol. 6, p. 3-20). Selection from ICC 2011, Paris. LNG&C. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Orhan J.-M. (1998). « Les déplacements quotidiens dans 50 villes », dans *Données urbaines 2*, Pumain D., Mattei M.-F., Anthropos, Paris.

Schreck T., Bernard J., Tekušová T. and Kohlhammer J. (2009). « Visual cluster analysis of trajectory data with interactive Kohonen maps ». *Palgrave Macmillan Information Visualization*, 8():14-29.

Van Wijk JJ. (2005). « The Value of visualization ». In *IEEE Visualization*.

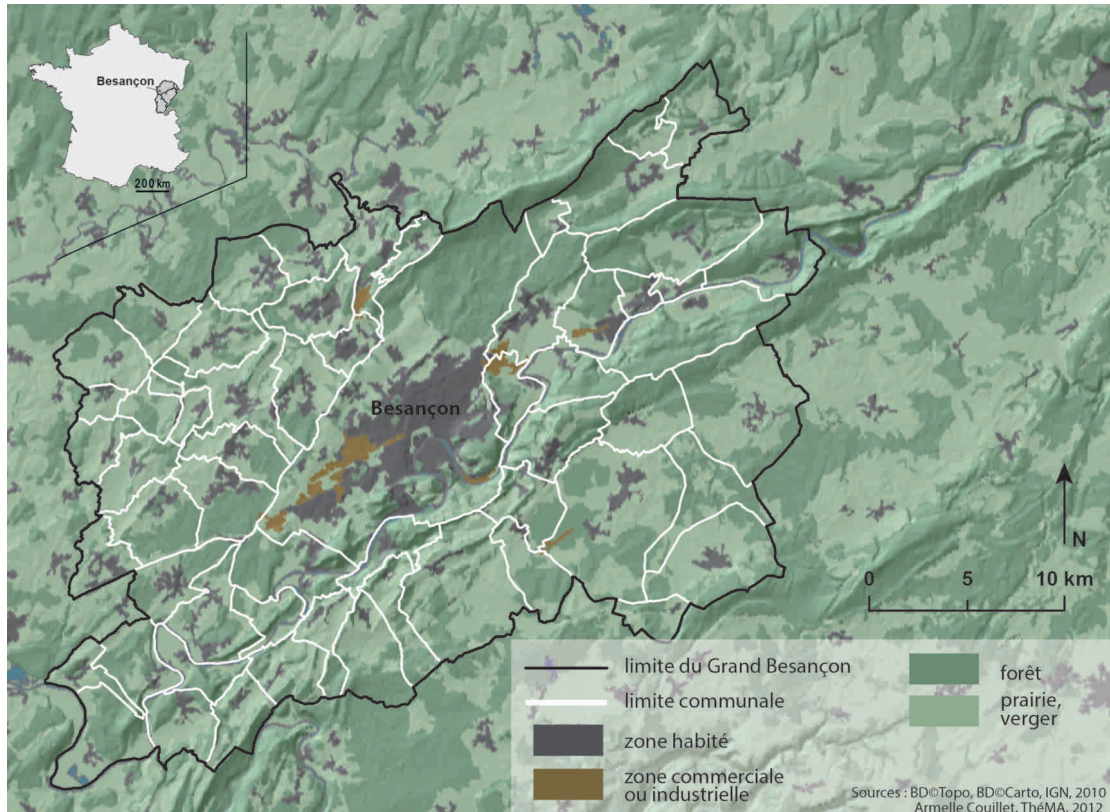
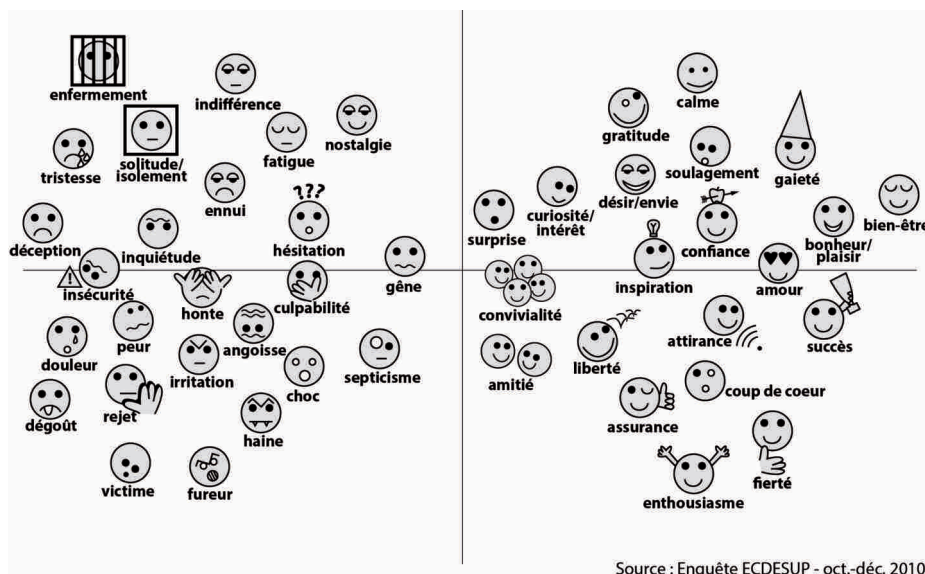


Figure 1 : Le « Grand Besançon », un espace peuplé de 180 00 habitants dont 117 000 dans la commune de Besançon.



Source : Enquête ECDESUP - oct.-déc. 2010

Figure 2 : Fiche émotion, à gauche les émotions plutôt négatives, à droite les émotions plutôt positives.

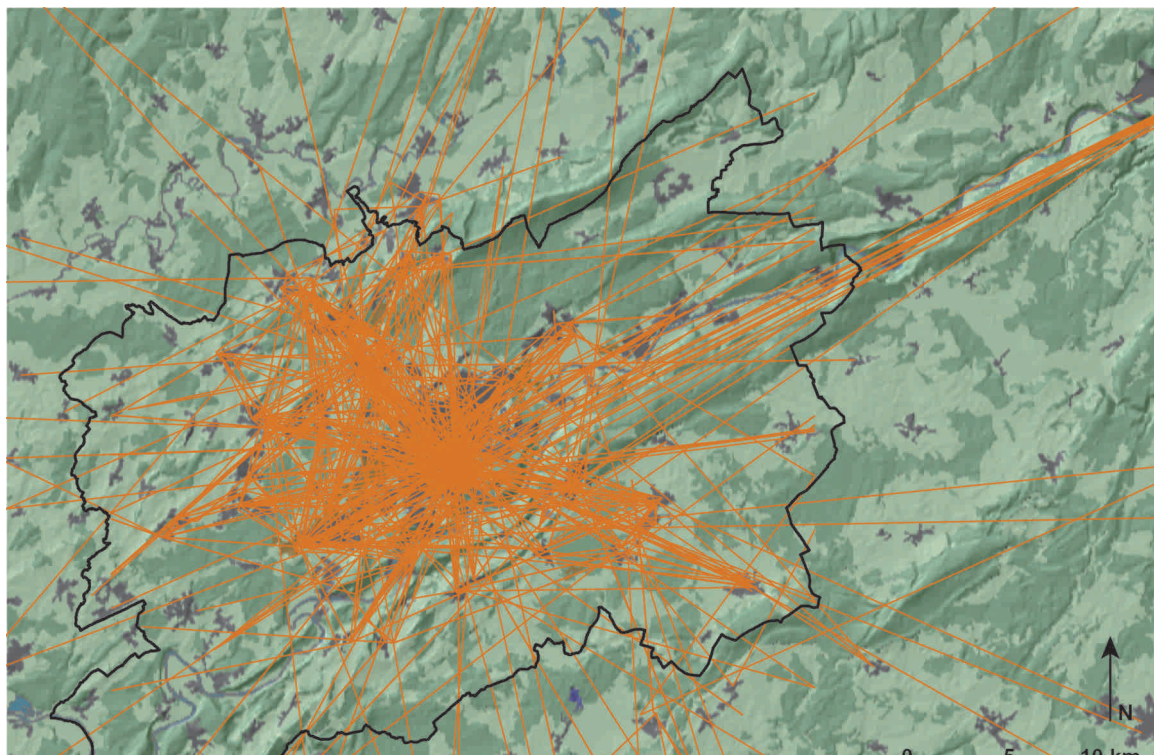


Figure 3 : La carte des déplacements sur une semaine et sa difficile interprétation.

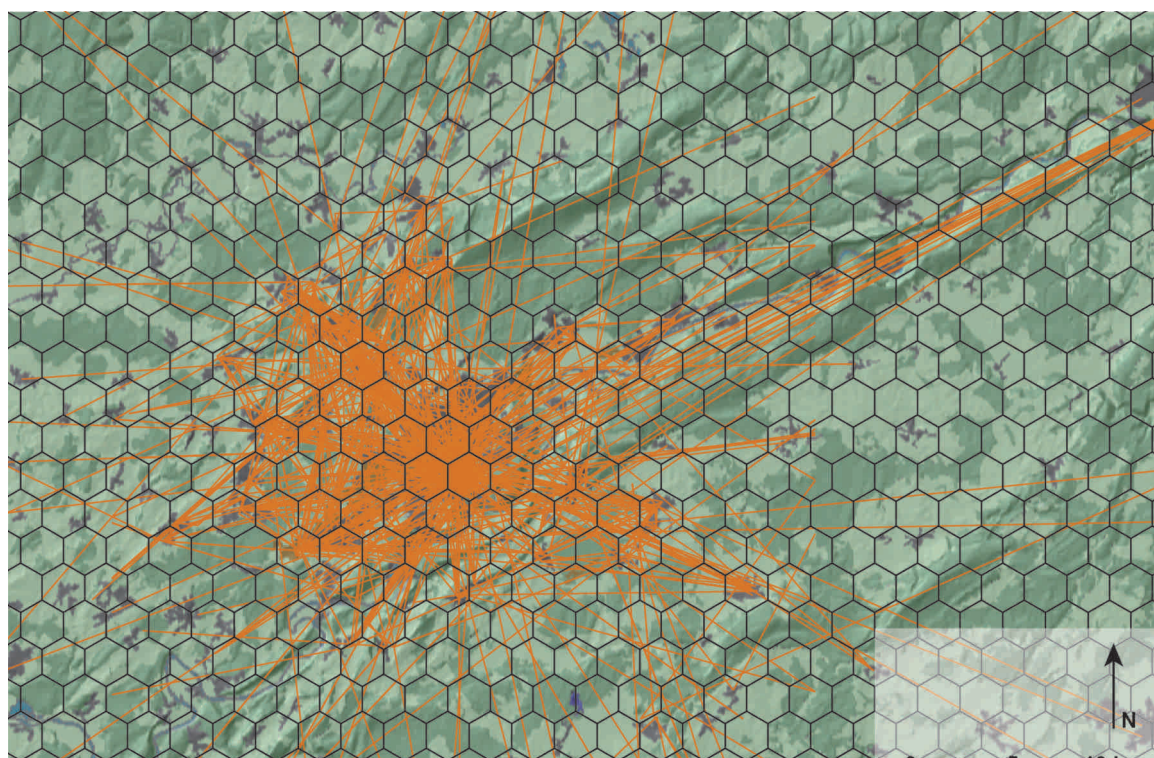


Figure 4 : L'application d'une grille hexagonale (la distance entre chaque face est de 1500 m) : les segments sont découpés selon les limites des cellules, les tronçons obtenus sont comptabilisés dans les cellules.

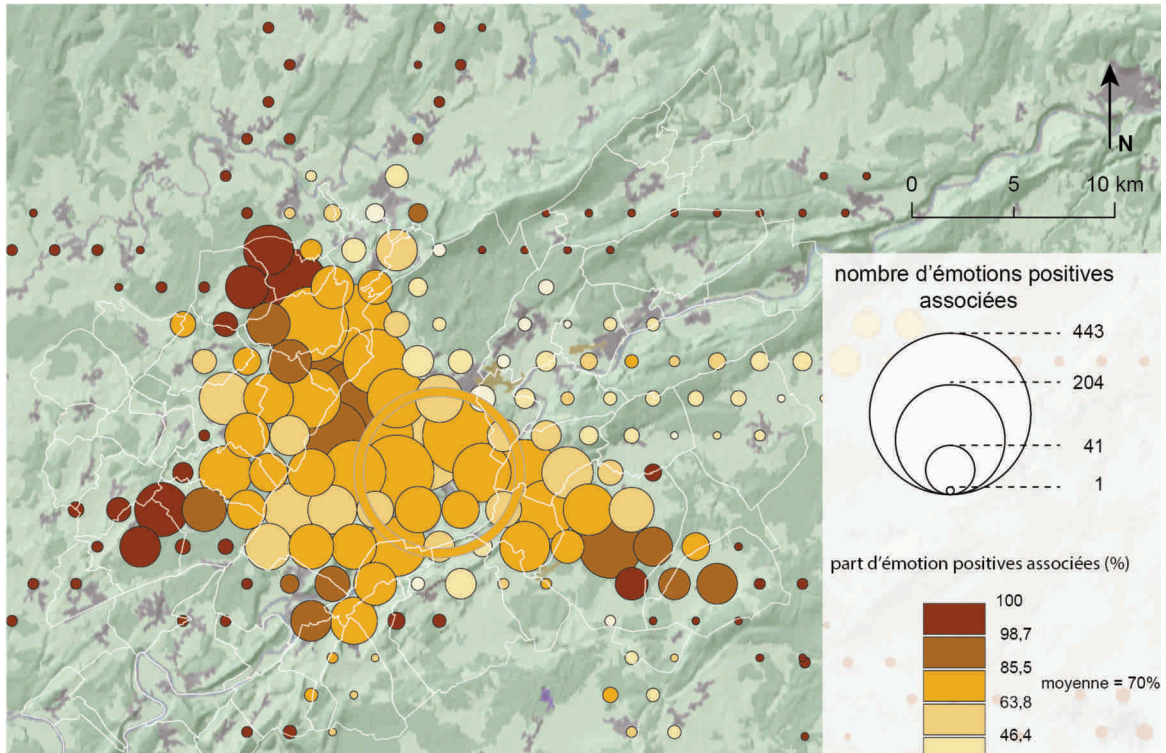


Figure 5 : Spatialisation des émotions positives

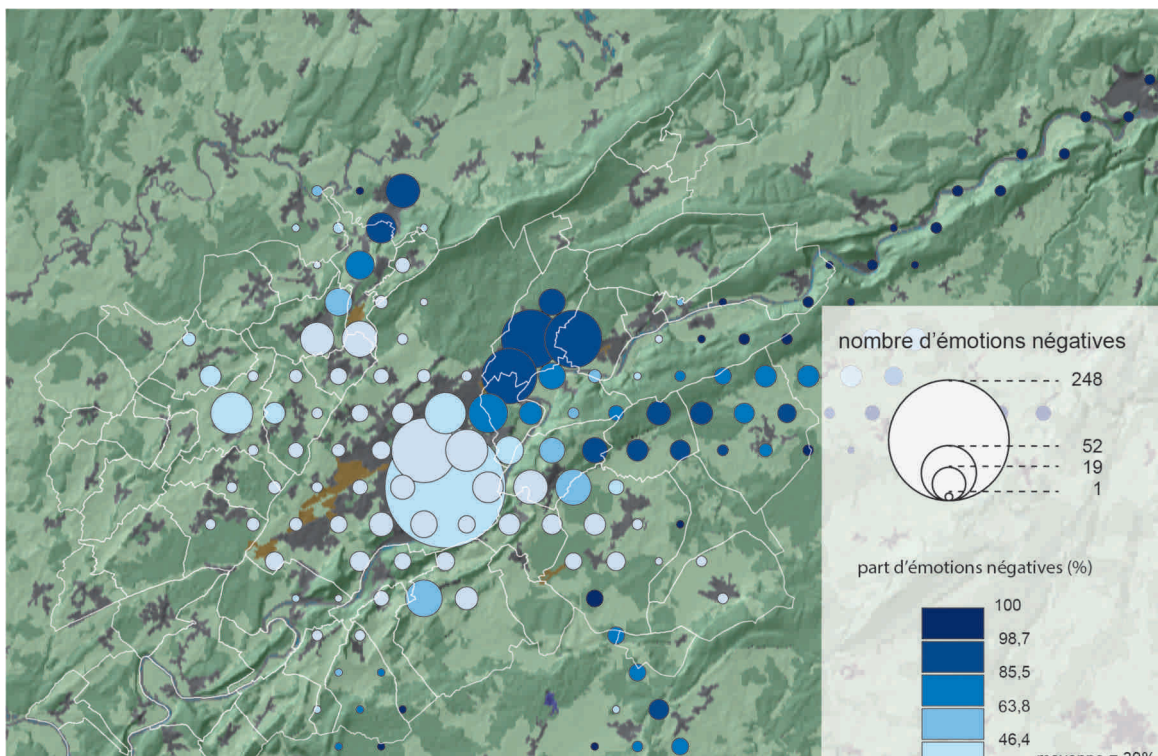


Figure 6 : Spatialisation des émotions négatives

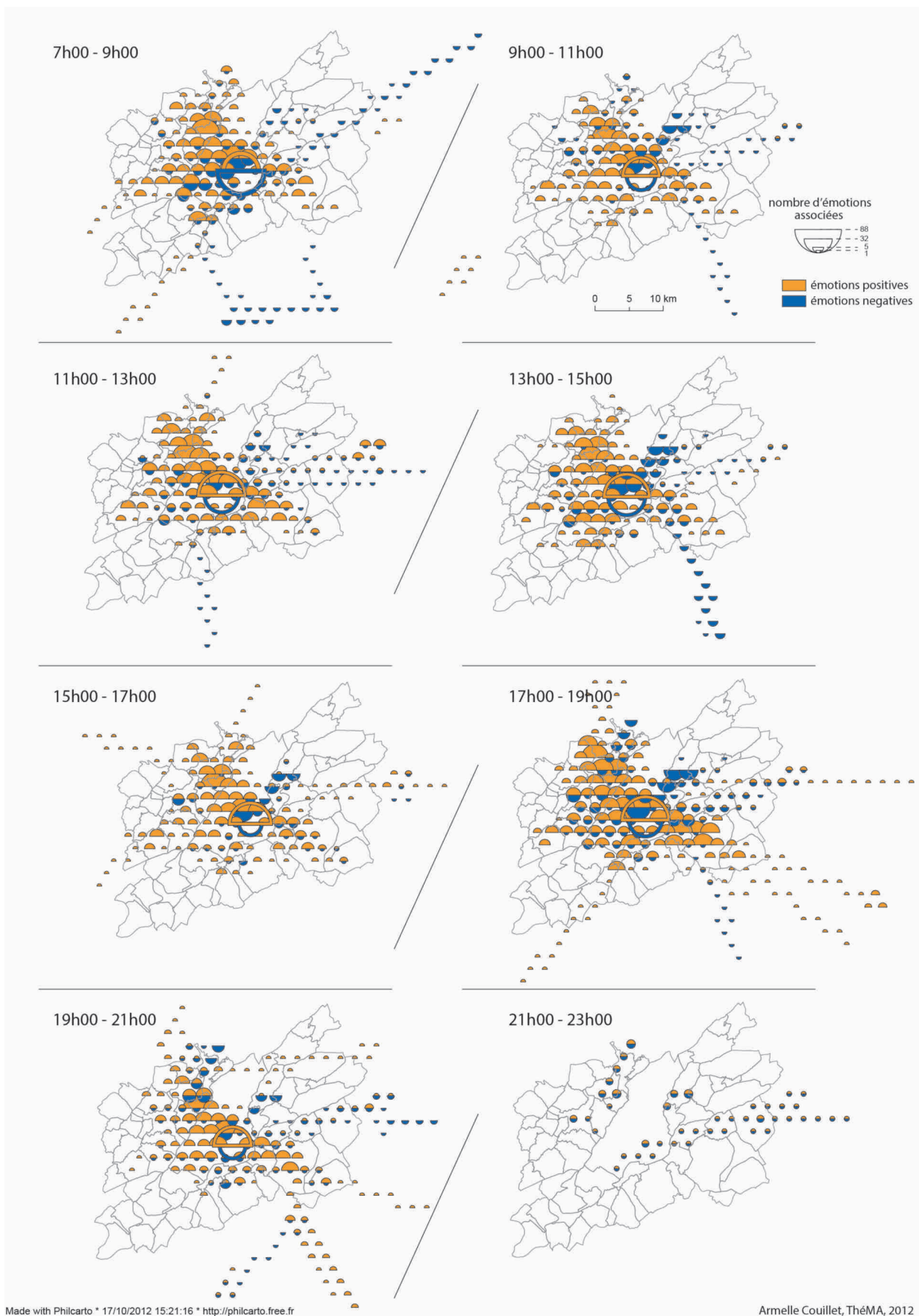


Figure 7 : Évolution spatio-temporelle du nombre d'émotions exprimées selon des plages horaires de deux heures.

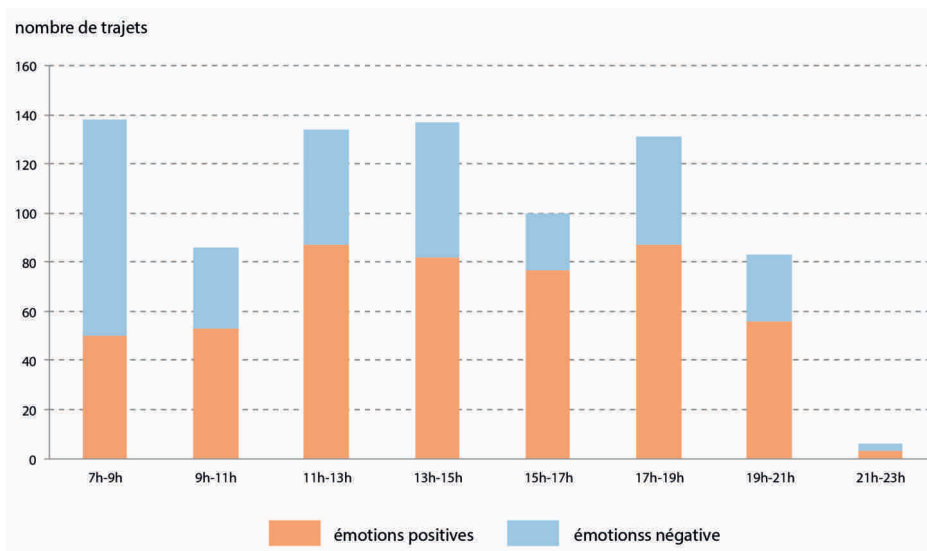


Figure 8 : Évolution temporelle du nombre d'émotions exprimées selon des plages horaires de deux heures.

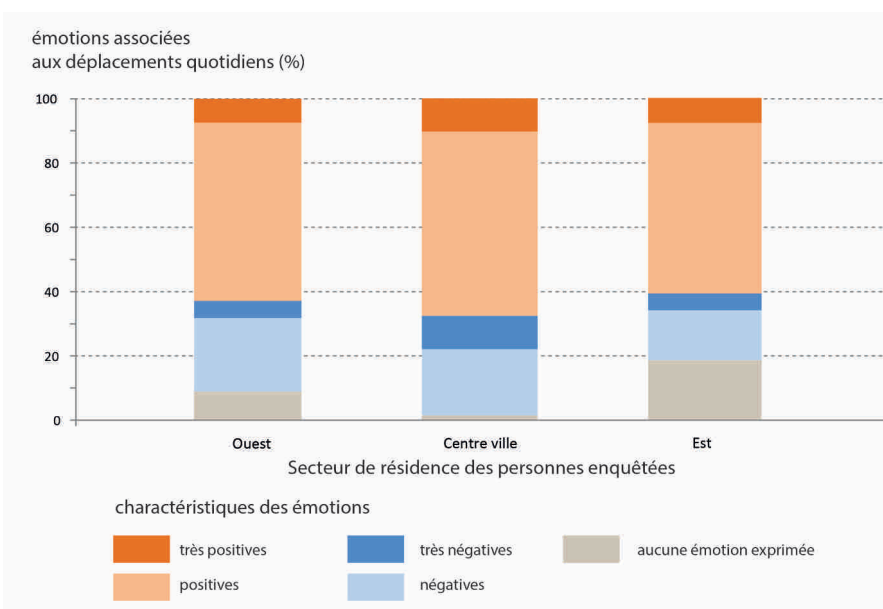


Figure 9 : Déplacements et émotions exprimées, ou non, et secteur résidentiel

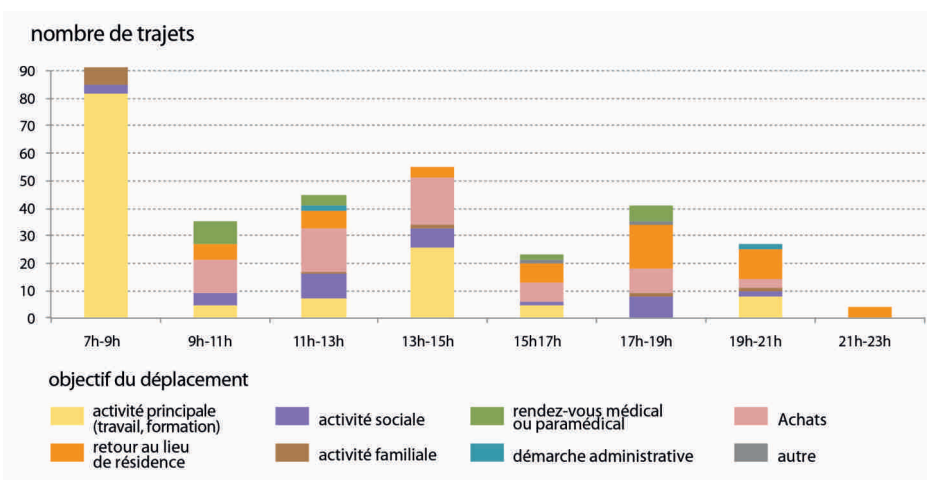


Figure 10 : Motif des déplacements qui sont associés à des émotions plutôt négatives dans le centre ville de Besançon.

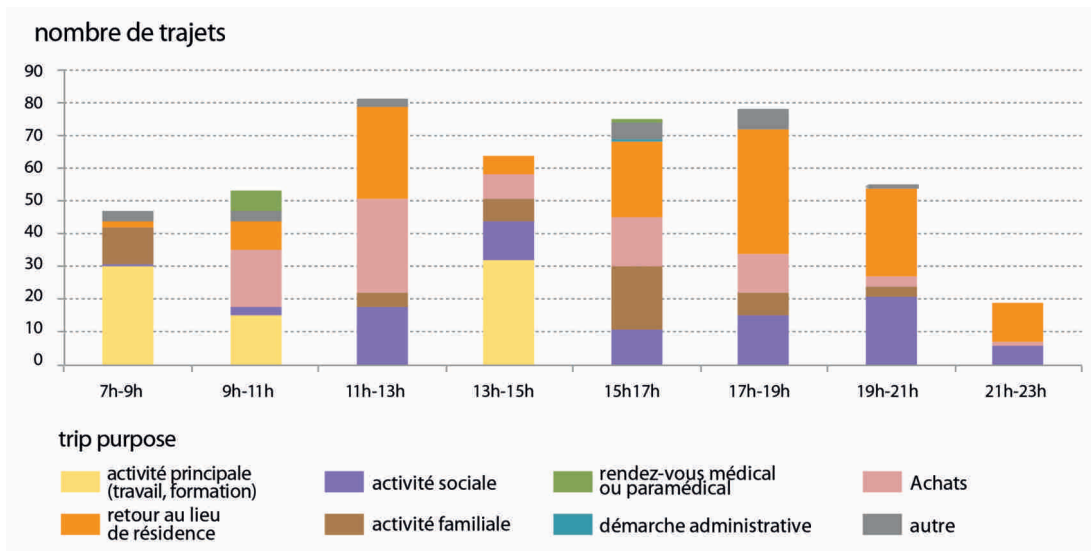


Figure 11 : Motif des déplacements qui sont associés à des émotions plutôt positives dans le centre ville de Besançon.

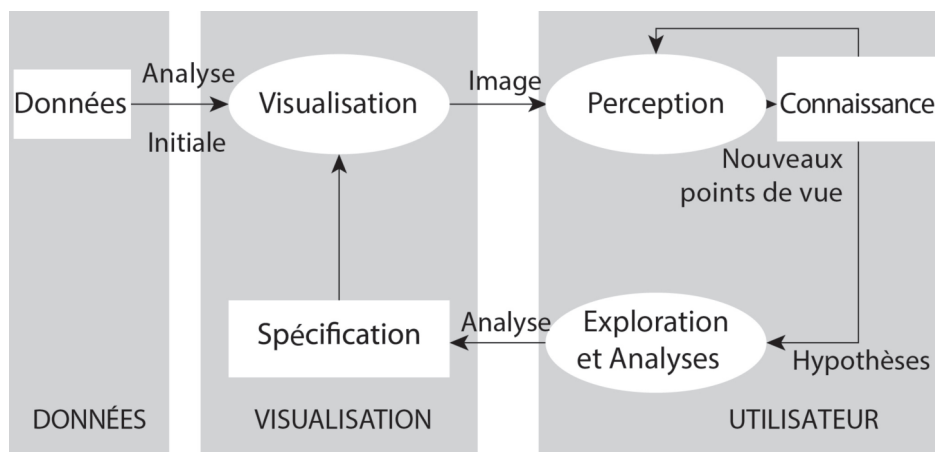


Figure 12 : La boucle du processus de compréhension et de l'analyse basée sur la visualisation (Van Wijk JJ. 2005).